Н. Е. ПАРОЛЬ

КИНЕСКОПЫ

МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА

МАССОВАЯ
РАДИО-
БИБЛИОТЕКА

Выпуск 914

Н. В. ПАРОЛЬ

КИНЕСКОПЫ



«ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1976

6Ф0.31
П 18
УДК 621.397.331.2

Николай Владимирович Пароль

КИНЕСКОПЫ

Редактор А. С. Бернштейн
Редактор издательства Г. Н. Астафуров
Обложка художника Е. В. Никитина
Технический редактор Г. Г. Самсонова
Корректор З. Б. Драновская

Сдано в набор 22/I 1976 г. Подписано к печати 18/V 1976 г. Т-07000. Формат $84\times108^1/_{32}$ Бумага типографская № 2. Усл. печ. л. 3,36. Уч.-изд. л. 3,66. Тираж 50 000 экз. Зак. 471. Цена 16 коп.

Издательство «Энергия», Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Владимирская типография Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 600610, гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.

Пароль Н. В.

П 18 Кинескопы. М., «Энергия», 1976.

64 с. с ил. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 914).

В книге описаны устройства современных кинескопов, изложены вопросы надежности их работы.
Содержатся справочные данные кинескопов: режимы включения и габаритные данные.
Книга рассчитана на радиолюбителей-конструкторов.

П $\frac{30404\text{-}402}{051(01)\text{-}76}$ 193-76 6Ф0.31

ПРЕДИСЛОВИЕ

Развитие телевидения открывает новые перспективы для творчества радиолюбителей. Многие из них успешно работают над созданием портативных и цветных телевизоров, расширяют области применения телевидения в народном хозяйстве.

Телевизор немыслим без сложного электронного прибора — кинескопа, служащего для преобразования электрического телевизионного сигнала в видимое изображение. Электрические параметры, форма и размеры кинескопа в значительной степени определяют технические характеристики телевизора, а также его габариты и внешний вид. Лицевая панель современного телевизора практически полностью занята экраном кинескопа, который имеет прямоугольную форму. Большие углы отклонения электронного луча позволяют уменьшить длину кинескопа и, следовательно, габариты телевизора.

Предлагаемая вниманию читателей брошюра содержит основные сведения о принципах работы кинескопов, особенностях их конструкций, а также параметры и характеристики кинескопов, серийно выпускаемых отечественной промышленностью.

Автор

УСТРОЙСТВО И ПАРАМЕТРЫ КИНЕСКОПОВ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Кинескопом называется электронно-лучевой прибор, предназначенный для воспроизведения телевизионного изображения. Современные кинескопы обладают весьма совершенными характеристиками. Они имеют высокую яркость свечения экрана и хорошую разрешающую способность, что позволяет различать любые детали телевизионного изображения. Экраны современных кинескопов имеют практически прямоугольную форму. У самого крупногабаритного кинескопа размер диагонали экрана составляет 67 см. Для переносных телевизоров изготовляют малогабаритные кинескопы с размером диагонали экрана 23, 16, 11 см и менее.

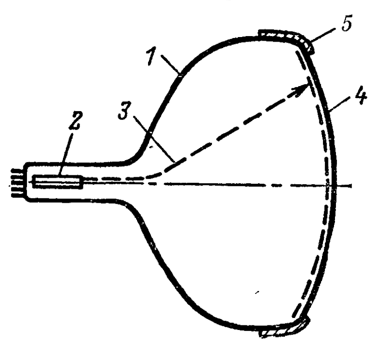


Рис. 1. Устройство кинескопа.

Основными узлами кинескопа, предназначенного для приема черно-белого телевидения, являются стеклянный баллон *1*, электронно-оптическая система *2*, формирующая электронный луч *3*, люминофорный экран *4*, на котором создается изображение, и система взрывозащиты *5* (рис. 1).

Современные кинескопы имеют электростатическую фокусировку электронного луча и электромагнитное отклонение луча по горизонтали и вертикали. Электромагнитная отклоняющая система кинескопа состоит из четырех катушек без ферромагнитных сердечников, создающих взаимно перпендикулярные быстропеременные магнитные поля. Катушки горизонтального (строчного) и вертикального (кадрового) отклонения совмещаются в пространстве для уменьшения общей длины отклоняющей системы. Отклоняющая система надевается на горловину баллона кинескопа.

Угол отклонения луча у современных кинескопов (за исключением кинескопов цветного телевидения и малогабаритных) составляет 110°. Большой угол отклонения позволяет уменьшить длину кинескопа и глубину футляра телевизионного приемника.

ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Для формирования электронного луча в кинескопе служит электронно-оптическая система (сокращенно ЭОС или прожектор). Она обеспечивает весьма малый диаметр сечения электронного луча в плоскости экрана, так как размер его определяет возможность воспроизведения на экране необходимого числа строк, т. е. разрешающую способность кинескопа. Электронно-оптическая система также позволяет плавно изменять ток луча от нуля до некоторого максимального значения; от величины тока луча зависит яркость свечения экрана кинескопа.

Электронно-оптическая система состоит из катода, являющегося источником электронов, и системы электродов, создающих электростатическое поле, фокусирующее и ускоряющее электроны, испускаемые катодом. Изменяя напряжения на электродах ЭОС, можно управлять током луча (яркостью свечения экрана) и фокусировкой луча на экране. В крупногабаритных кинескопах диаметр пятна на экране может составить 0,4—0,5 мм. Слишком жесткая фокусировка, при которой диаметр пятна становится много меньше расстояния между строками, нежелательна, так как в этом случае становится заметной строчная структура изображения.

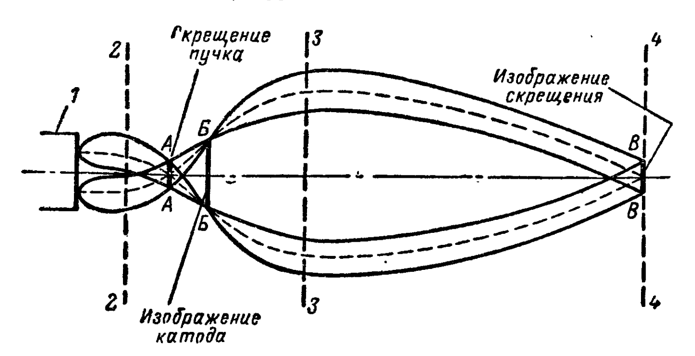


Рис. 2. Примерный ход электронных лучей в двухлинзовом прожекторе.

1 — катод; *2* — первая линза; *3* — вторая линза; *4* — экран.

В современных кинескопах используются несколько типов ЭОС (в зависимости от назначения кинескопа). Они состоят из двух или трех электростатических линз. Каждая линза изменяет направление движения электронов и их скорость. Примерный ход электронных лучей в двухлинзовом прожекторе (в двухлинзовой ЭОС) показан на рис. 2. Первая линза фокусирует электроны, испускаемые (эмиттируемые) катодом. При этом между первой и второй линзой образуется область, в которой площадь поперечного сечения электронного луча минимальна. Площадь сечения скрещения меньше площади поверхности катода, с которой собираются эмиттируемые электроны. Вторая линза проектирует область скрещения на экран кинескопа.

Следует более подробно остановиться на формировании электронного луча в электронно-оптической системе. Первая линза образуется плоскостью катода, модулятором и первым анодом (ускоряющим электродом). По своим физическим свойствам она одинакова во всех типах ЭОС. Взаимное расположение электродов, образующих первую линзу (поперечное сечение этих электродов), показано на рис. 3. Тонкими линиями на этом рисунке показаны поверхности равного потенциала, которые создаются в реальной ЭОС. Форма этих линий определяет характер пути электронов — траекторий.

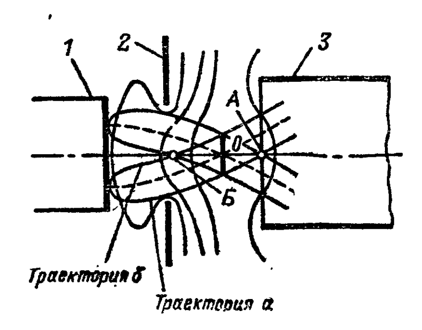


Рис. 3. Взаимное расположение электродов и траекторий электронов в первой линзе.

1 — катод; *2* — модулятор; *3* — анод.

Потенциал катода равен нулю, модулятор имеет отрицательный потенциал относительно катода, потенциал анода положителен. Эквипотенциальные линии в области близ катода прогибаются в сторону отверстия в модуляторе. Это означает, что потенциал в центре поверхности катода выше, чем на его периферии. Электроны, вылетевшие из центральной части катода по оси ЭОС (или очень близко от оси), движутся практически прямолинейно, а электроны, вылетевшие с участков катода, удаленных от оси, под воздействием электрического поля направляются к оси линзы.

Электроны, эмиттируемые катодом, имеют различные начальные скорости и направлены под разными углами к поверхности катода. На рис. 2 пунктиром показаны траектории электронов, начальные скорости которых равны нулю. Они пересекают ось прожектора в одной точке *О*.

Электроны, имеющие начальные скорости, отличные от нуля, и направленные в сторону от оси прожектора (траектория *а*), под воздействием поля также движутся к оси прожектора, но пересекают ее в точке *А*, расположенной дальше от поверхности катода, чем точка *О*. Электроны, имеющие начальные скорости, отличные от нуля, и направленные под углом в сторону оси прожектора (траектория *б*), пересекают ось в точке *Б*, расположенной ближе к поверхности катода, чем точка *О*. Таким образом, наличие начальных скоростей электронов не позволяет сфокусировать все эмиттированные электроны в одну точку, т. е. получить идеальную фокусировку электронного луча. Тем не менее электронный луч в области первой линзы имеет плоскость минимального поперечного сечения — плоскость скрещения.

Действие модулятора в кинескопе на электронный поток подобно действию сетки в электронной лампе. Модулятор имеет отрицательный потенциал по отношению к катоду, поэтому ток в цепи модулятора практически равен нулю. Изменения потенциала модулятора очень сильно влияют на величину тока катода, а следовательно, на величину тока луча.

Диаметр отверстия в модуляторе всегда меньше диаметра поверхности катода. В результате боковая часть поверхности катода, удаленная от отверстия в модуляторе, находится под непосредственным воздействием отрицательного потенциала модулятора. Электроны, эмиттированные с этой поверхности катода, попадают в тормозящее поле, создаваемое модулятором, и практически остаются на катоде. Центральную часть поверхности катода, потенциал которой положителен, называют действующей поверхностью катода. Электроны, эмиттированные с действующей поверхности катода, формируются в электронный луч. Диаметр действующей поверхности катода всегда меньше диаметра отверстия модулятора, исключая практически редкий случай, когда потенциал модулятора положителен (этот режим выводит кинескоп из строя в течение нескольких минут).

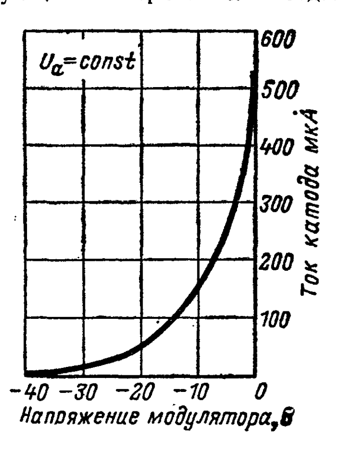


Рис. 4. Модуляционная характеристика триодного прожектора.

С приближением напряжения модулятора к напряжению запирания действующая поверхность катода уменьшается и стягивается в точку. При запирании тормозящее поле создается у всей поверхности катода. В электронных лампах зависимость тока катода от напряжений на электродах описывается законом степени трех вторых. При этом считается, что действующая поверхность катода не изменяется при изменении напряжений на электродах. Если учесть, что в кинескопе изменения напряжений на электродах вызывают изменения действующей поверхности катода, то показатель степени в формуле, описывающей зависимость тока катода $I_к$ от напряжения на модуляторе, будет больше трех вторых. Считается, что значение его составляет пять вторых и соответствующая формула имеет вид:

$$I_к = k \frac{(U_{зап} - U_{мод})^{5/2}}{|U_{зап}|},$$

где $U_{мод}$ — напряжение модулятора; $U_{зап}$ — напряжение запирания (напряжение, при котором ток катода равен нулю); k — постоянная величина.

Строго говоря, показатель степени в этой формуле зависит от напряжений на электродах прожектора.

Прожектор, показанный на рис. 2, состоит из трех электродов и называется **триодным**. Зависимость тока катода от напряжения модулятора для такого прожектора называется **модуляционной характеристикой** (рис. 4). Она снимается при заданном напряжении анода и в общем описывается приведенной выше формулой. В практических случаях достаточно знать две точки

модуляционной характеристики: напряжение запирания $U_{зап}$ (при заданном напряжении анода) и напряжение модулятора $U_{мод.ном}$, при котором обеспечивается номинальный ток катода (или номинальная яркость экрана). Разность этих напряжений называется модуляцией или напряжением модуляции:

$$U_{м} = U_{зап} - U_{мод.ном}.$$

Чем выше крутизна модуляционной характеристики, тем меньше модуляция.

Небольшая модуляция позволяет работать с малыми уровнями видеосигналов, что особенно удобно, если видеоусилитель проектируется на транзисторах.

Если непосредственно за модулятором расположить анод, то электронный пучок после скрещения будет сильно расходиться. Чтобы избежать этого, между основным анодом и модулятором устанавливают дополнительный анод, называемый ускоряющим электродом. На него подают сравнительно невысокий потенциал (от 200 до 600 В). Такая ЭОС имеет трехлинзовую схему и называется **тетродной**. Разрез ее схематически показан на рис. 5.

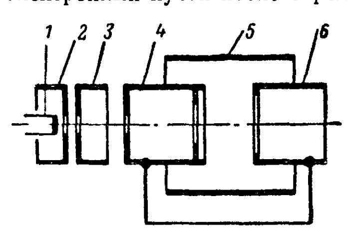


Рис. 5. Электронно-оптическая система кинескопа.

1 — катод; 2 — модулятор; 3 — ускоряющий электрод; 4 — анод; 5 — фокусирующий электрод; 6 — анод.

Введение ускоряющего электрода позволяет уменьшить угол расхождения пучка, что очень важно для сохранения фокусировки при отклонении луча. Расстояние от плоскости скрещения до центра экрана меньше, чем до его угла. Эта разница в расстояниях в

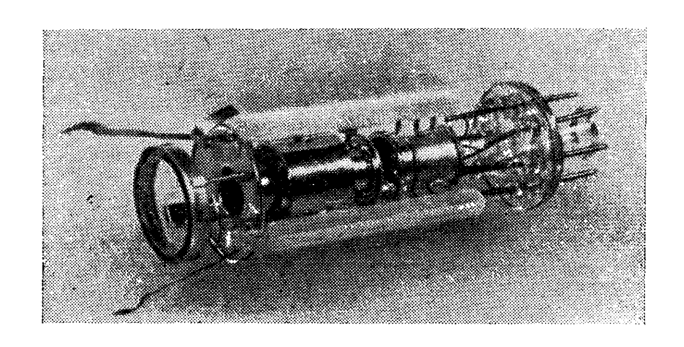


Рис. 6. Внешний вид электронно-оптической системы современного кинескопа.

крупногабаритных кинескопах превышает 100 мм. Поэтому, чтобы изображение было четким в центре и на углах экрана, необходимо, чтобы диаметр луча изменялся мало. Это обеспечивается трехлинзовой схемой построения ЭОС.

Катод, модулятор и ускоряющий электрод образуют первую линзу («иммерсионный объектив»); она фокусирует электроны, эмиттируемые катодом, и формирует область скрещения. Ускоряющий электрод и анод образуют вторую линзу, которая уменьшает угол расхождения луча за плоскостью скрещения. Анод имеет высокий потенциал. Вместе с фокусирующим электродом он образует третью линзу — главную проекционную, которая отображает область скрещения на экран кинескопа. На фокусирующий электрод подают напряжение от 0 до 400 В, с помощью которого можно регулировать фокусировку луча. Ток в цепи фокусирующего электрода равен нулю. На анод подают высокое напряжение — более 10 кВ. Электрически он соединен с экраном с помощью графитного электропроводящего покрытия.

Внешний вид электронно-оптической системы современного кинескопа для черно-белого телевидения показан на рис. 6.

ЭКРАН КИНЕСКОПА

Экран кинескопа преобразует энергию электронного луча в световую энергию. Источником света является люминофор — вещество, которое светится под воздействием электронной бомбардировки. Его наносят на стекло экрана. Люминофорные экраны черно-белых кинескопов должны иметь белый цвет свечения. Но ни один люминофор не обладает белым цветом свечения. Поэтому люминофорное покрытие экрана черно-белого кинескопа представляет собой смесь двух люминофоров, имеющих синий и желтый цвет свечения. При малых размерах зерен люминофора цвет свечения такой смеси близок к белому.

Важнейшим параметром экрана является его световая отдача, определяемая отношением силы света, излучаемой в направлении, перпендикулярном поверхности экрана, к мощности электронного луча, возбуждающего свечение. Однако для кинескопов обычно определяют не световую отдачу, а яркость свечения экрана — силу света, излучаемого 1 м^2 светящейся поверхности в направлении наблюдателя. Равномерно светящаяся поверхность площадью 1 м^2, излучающая в направлении наблюдателя свет силой в одну свечу, имеет яркость одну канделу на квадратный метр. У современных кинескопов яркость в среднем составляет 120—150 кд/м^2.

Яркость экрана зависит от мощности электронного луча, т. е. от тока луча и анодного напряжения, определяющего скорость приходящих на экран электронов. Если скорость электронов мала, то глубина проникновения электронов в слой люминофора невелика и свечение люминофора происходит вблизи поверхности, бомбардируемой электронами. Значительная часть света поглощается остальным слоем люминофора и стеклом баллона кинескопа. При этом яркость свечения экрана, воспринимаемая зрителем, невелика. По мере увеличения анодного напряжения и вследствие этого скорости электронов все более глубокие слои люминофора принимают участие в возбуждении светового потока. Соответственно возрастает яркость свечения экрана.

С повышением тока луча яркость возрастает линейно. Только при очень больших токах наступает насыщение яркости: температура люминофора под воздействием большой мощности луча повышается и люминофор разрушается; практически такой режим в кинескопе никогда не достигается.

Повысить ток луча можно, уменьшая отрицательное напряжение модулятора. При этом увеличивается действующая поверхность катода и растет размер скрещения. Следовательно, диаметр электронного луча в плоскости экрана расширяется, т. е. ухудшается фокусировка луча и падает четкость изображения. Поэтому значительно увеличивать ток луча для повышения яркости свечения экрана нельзя.

Ток луча приходится увеличивать не столько для повышения яркости экрана, сколько для сохранения ее на заданном уровне в случае увеличения размеров экрана. Чем длиннее строка на экране кинескопа, тем меньшее время луч находится в каждой точке экрана и тем меньше возбуждает люминофор. Поэтому у крупногабаритных кинескопов токи луча всегда больше, чем у малогабаритных.

Все современные кинескопы имеют алюминированные экраны. Они отличаются тем, что на слой люминофора со стороны ЭОС нанесена тонкая пленка алюминия. Это покрытие пропускает электроны и не пропускает свет. Алюминиевое покрытие отражает свет, излучаемый люминофором внутрь колбы, и направляет его в сторону зрителя, что повышает примерно в два раза яркость свечения экрана и контрастность изображения. Металлическая пленка электрически соединена с анодом прожектора. Такое соединение позволяет избавиться от ряда нежелательных явлений, связанных со способностью люминофора эмиттировать электроны под воздействием электронной бомбардировки (вторичная электронная эмиссия).

В результате кинескопы с алюминированными экранами могут работать при более высоких анодных напряжениях, чем ранее выпускавшиеся кинескопы с неалюминированными экранами, и, следовательно, обеспечивать высокую яркость при меньшем токе луча. Наконец, металлическая пленка защищает люминофор от бомбардировки тяжелыми ионами, увеличивая его долговечность.

Контраст изображения. Контрастом изображения на экране кинескопа называется отношение яркости наиболее светлых участков изображения к яркости темных участков (при запертом электроном луче).

Значение контраста зависит от конструкции кинескопа, а также от размеров и взаимного расположения темных и светлых участков изображения. Поэтому численная величина контраста зависит от условий измерений.

Различают два вида контраста: крупных деталей изображения (габаритный или полный контраст) и мелких деталей (детальный контраст).

Контраст крупных деталей обычно измеряют на прямоугольном растре с чередующимися светлыми и темными участками в виде шахматного поля. Значение контраста зависит от того, на каких участках производятся измерения, и от размера клеток. Контраст крупных деталей можно определить как отношение средней яркости светлых полей, окружающих темное поле, к яркости темного поля. Детальный контраст можно определить как отношение яркости равномерного светлого поля к яркости небольшого темного пятна, расположенного в середине этого поля.

Яркость темных полей, соответствующих случаю, когда электронный луч заперт, должна быть равна нулю, а контраст — бесконечности. Однако в реальных кинескопах действует ряд факторов, снижающих контраст изображения. Практически у современных кинескопов контраст крупных деталей более 100.

Снижение контраста обусловлено внутренним отражением света в стекле экрана, т. е. света, излучаемого люминофором от внешней поверхности экрана кинескопа. Часть светового потока отражается от поверхности раздела стекло — воздух и возвращается к люминофору. Эта доля светового потока, в свою очередь, отражается от поверхности раздела стекло — вакуум и частично рассеивается люминофором. Это явление способствует возникновению ореолов и особенно заметно снижает детальный контраст.

Кроме того, у кинескопов с неалюминированным экраном часть светового потока излучается люминофором в направлении, противоположном наблюдателю, и отражается от внутренних стенок колбы. Отраженный свет попадает на экран и равномерно засвечивает его, снижая габаритный и детальный контраст. Графитовое электропроводящее покрытие внутренних поверхностей баллоиов уменьшает отражающую способность стенок колбы. Форму колбы у таких кинескопов стремятся сделать такой, чтобы по возможности большая часть светового потока, отражаемая от стенок колбы, достигала экрана лишь после многократных отражений.

Алюминирование экрана позволяет повысить контраст изображения, так как поверхность алюминиевой пленки, прилегающая к люминофору, обеспечивает возвращение к наблюдателю части света, излучаемого в противоположную от него сторону.

Наличие внешнего освещения также снижает контраст изображения. Это происходит потому, что алюминиевая пленка отражает не только световой поток, излучаемый люминофором, но и свет, поступающий от внешних источников. Для борьбы с этим явлением экраны изготовляют из дымчатого («контрастного») стекла. Если световой поток, излучаемый люминофором, при прохождении через такое стекло ослабляется вдвое, то световой поток от внешних источников света проходит через стекло дважды (в сторону пленки и обратно) и ослабляется уже в четыре раза, что весьма существенно. Кроме того, дымчатое стекло сильнее гасит косые лучи света от люминофора, чем лучи, идущие перпендикулярно поверхности экрана. Это способствует резкому уменьшению яркости ореолов и улучшению контраста мелких деталей.

Контраст изображения на экране зависит и от качества поступающего в телевизор видеосигнала, и от степени его усиления в телевизоре. Видеосигнал подается обычно на модулятор кинескопа (иногда на катод), и контраст изображения будет тем выше, чем больше амплитуда видеосигнала; степень его усиления регулируется в телевизорах потенциометром «контрастность».

Разрешающая способность. Количество деталей изображения, которое можно различить на экране кинескопа, зависит от диаметра светового пятна, создаваемого электронным лучом. Очевидно, что чем меньше диаметр светового пятна на экране кинескопа, тем большее количество деталей можно различить на экране. В кинескопе электронный луч при развертке «чертит» на экране линию — строку. Под разрешающей способностью вдоль строки (по горизонтали) понимается число различимых черных и белых элементов, укладывающихся по длине строки.

Измерение разрешающей способности кинескопа обычно выполняют с помощью стандартной испытательной таблицы. Испытательная таблица имеет группы вертикальных и горизонтальных клиньев, состоящих из веерообразно расходящихся штрихов. Клинья расположены в углах и середине таблицы. Разрешающая способность по горизонтали определяется в месте слияния штрихов вертикальных клиньев. Разрешающая способность по вертикали определяется в месте слияния штрихов горизонтальных клиньев. Около расходящихся штрихов помещены цифры, которые обозначают общее количество черных и белых элементов, которые могут быть различимы на экране кинескопа в перпендикулярном штрихам направлении.

Практически два соседних белых или черных элемента можно различить по вертикали, если они расположены через одну строку (линию) развертки. Разрешающая способность кинескопа реализуется полностью, если число строк в растре телевизионной развертки равно числу черных и белых элементов, которое можно определить по клину.

Как указывалось, главная проекционная линза кинескопа проецирует на экран изображение скрещения электронного луча. Но диаметр светового пятна на экране больше диаметра изображения скрещения из-за рассеяния света в люминофоре, отражения света от экрана и т. п. Для крупногабаритных кинескопов не стремятся получить очень высокую разрешающую способность, так как будет слишком заметна линейчатая структура растра. Обычно диаметр светового пятна на экране крупногабаритного кинескопа составляет 0,4 мм, что обеспечивает разрешающую способность 600 строк.

Время готовности кинескопов к работе. В связи с ростом требований к эксплуатационным показателям телевизионных приемников становится небезразличным промежуток времени с момента включения телевизора до появления устойчивого телевизионного изображения. Это время называется *временем готовности* телевизора к работе. Оно в значительной мере определяется временем разогрева катодов приемно-усилительных ламп и кинескопа. Временем разогрева катода кинескопа (его часто называют временем готовности кинескопа) называют время с момента включения кинескопа до получения заданного значения тока луча (яркости свечения экрана). Оно определяется конструкцией катодного узла — теплоемкостью элементов узла, рабочей температурой, условиями теплопередачи от катода к крепежным элементам, эмиссионной способностью узла, уровнем вакуума в кинескопе и технологическими режимами, принятыми в производстве кинескопов.

Время готовности ламповых и лампово-полупроводниковых телевизионных приемников в основном определяется временем разогрева катодов мощных ламп, используемых в генераторах строчной развертки, таких как 6П36С, 6П42С и др. Эти лампы имеют массивные мощные катоды, для разогрева которых требуется сравнительно длительное время — около 1 мин (за время разогрева катодов приемно-усилительных ламп принимают время установления номинальных токов анодов ламп). Время разогрева катодов современных кинескопов незначительно. Таким образом, для рассматриваемой группы телевизионных приемников время разогрева катодов кинескопов практического значения не имеет.

Однако время готовности телевизионных приемников, собранных полностью на полупроводниковых приборах, будет уже полностью

определяться временем разогрева катода кинескопа, так как транзисторы и полупроводниковые диоды входят в режим практически мгновенно (если не считать времени, необходимого для установления стабильного режима).

Время разогрева катодов кинескопов, мощность накала которых составляет 2 Вт, лежит в пределах от 15 до 45 с. При этом подавляющее большинство катодов имеет время разогрева 25 с. Время разогрева маломощных катодов с мощностью накала 0,4 Вт значительно меньше: оно составляет 8—15 с. Такие катоды используют в кинескопах с небольшими размерами диагонали экрана, предназначенных для переносных телевизоров.

Надо отметить, что в процессе эксплуатации кинескопов время разогрева катодов несколько увеличивается из-за ухудшения эмиссионной способности катода; при этом ток луча устанавливается за большее время.

Помимо конструктивных усовершенствований, которые вносятся с целью сокращения времени разогрева при создании новых катодов и кинескопов, существуют искусственные пути сокращения времени разогрева катода. Один из них состоит в том, что на короткое время (2—3 с) подается повышенное на 20—30% по отношению к номинальному напряжение накала. Затем напряжение накала снижается до номинального. Такой режим называется форсированным. Он позволяет в среднем вдвое сократить время разогрева катода. Следует отметить, что такое кратковременное (хотя и существенное по величине) повышение напряжения накала в целом отрицательно сказывается на работоспособности кинескопа. Правда, за 2—3 с катод не успевает нагреться до температуры, превышающей номинальную, но опасны периодические расширения подогревателя, происходящие при повторных включениях с перекалом. К тому же при выключении подогреватель охлаждается и сжимается. Эти повторяющиеся деформации могут привести к нарушению изоляции подогревателей по отношению к катоду и обрыву вывода катода. Поэтому форсированный режим применять без особой необходимости не рекомендуется.

ВЗРЫВОЗАЩИТА КИНЕСКОПА

Разработка кинескопов с прямоугольными экранами и большими углами отклонения луча потребовала создания системы защиты кинескопов от самопроизвольных взрывов. На стеклооболочку кинескопа действует атмосферное давление со всех сторон. Однако поверхность экрана и конуса больше поверхности боковых стенок стеклооболочки. Поэтому экран и конус (рис. 7) сдавливаются атмосферным давлением так, что боковые стенки растягиваются и стремятся как бы «выпучиться» наружу. Стекло плохо сопротивляется растяжению. Поэтому в углах кинескопа могут возникать недопустимые растягивающие усилия. Если на боковой поверхности колбы есть какие-либо дефекты, например царапины, прочность колбы резко ухудшается, атмосферное давление сплющивает кинескоп и он взрывается. Осколки стекла экрана летят внутрь конуса (в телевизор), а осколки конуса — им навстречу.

Чтобы нейтрализовать растягивающее усилие, используют взрывозащитный бандаж (рис. 8), который сжимает боковые поверх-

ности колбы, стрелками показано направление сжимающего усилия.

Создание взрывозащищенных кинескопов позволило отказаться от ранее применявшихся в телевизорах защитных стекол. Это дало

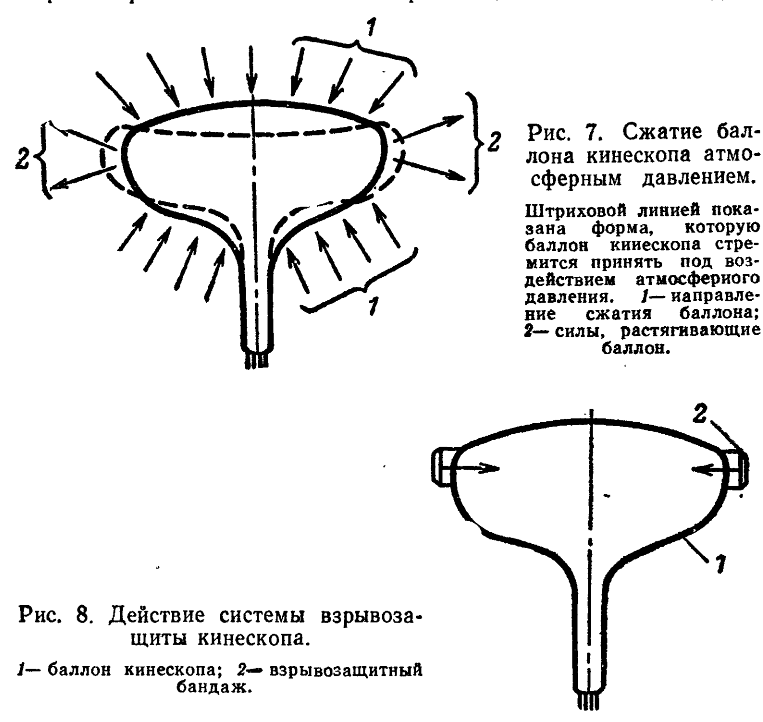


Рис. 7. Сжатие баллона кинескопа атмосферным давлением.

Штриховой линией показана форма, которую баллон кинескопа стремится принять под воздействием атмосферного давления. 1 — направление сжатия баллона; 2 — силы, растягивающие баллон.

Рис. 8. Действие системы взрывозащиты кинескопа.

1 — баллон кинескопа; 2 — взрывозащитный бандаж.

возможность существенно уменьшить глубину ящика телевизора и получить выигрыш в яркости и контрастности изображения. Взрывозащиту имеют все современные крупногабаритные кинескопы.

КИНЕСКОПЫ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

МАСКА И ЭКРАН ЦВЕТНОГО КИНЕСКОПА

Цветной кинескоп с теневой маской («масочный» кинескоп) имеет экран, образованный люминофорными точками трех цветов: красного (R), зеленого (G) и синего (B). Зерна люминофоров различных цветов на экране располагаются в определенной последовательности (рис. 9). Три смежные люминофорные точки образуют так называемую триаду. Диаметр одной точки люминофора составляет около 0,3 мм. Расстояние между центрами соседних точек несколько больше.

Электронные лучи трех независимых ЭОС при любом угле отклонения должны сходиться в каждом отверстии маски, расположен-

ной перед экраном. Луч каждой ЭОС, пройдя сквозь отверстие в теневой маске, попадает на «свою» точку люминофора, т. е. точку, светящуюся «своим» цветом. Например, луч от красной ЭОС попадает только на точки красного люминофора, зеленой ЭОС — на точки

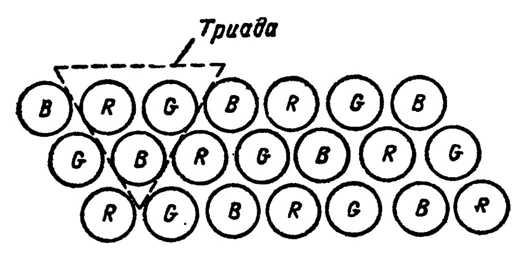


Рис. 9. Расположение зерен люминофоров различного цвета свечения на экране масочного кинескопа.

зеленого, синей ЭОС — на точки синего люминофора. Устройство масочного кинескопа показано на рис. 10.

Для правильного воспроизведения цветов отверстия в маске и экраны кинескопа изготовляют и совмещают с высокой точностью. Маску изготовляют из стальной фольги толщиной 0,15 мм и располагают на расстоянии около 15 мм от экрана. Диаметр каждого отверстия составляет 0,2—0,3 мм. Всего маска имеет около 500 000 отверстий, а экран соответственно около 1 500 000 точек люминофора.

При работе цветного кинескопа около 80% токов лучей «перехватывается» маской, что приводит к ее нагреву. Во избежание изменения формы маски при нагреве используется термокомпенсирующее устройство, устраняющее изменение положения отверстий в маске относительно люминофорных триад.

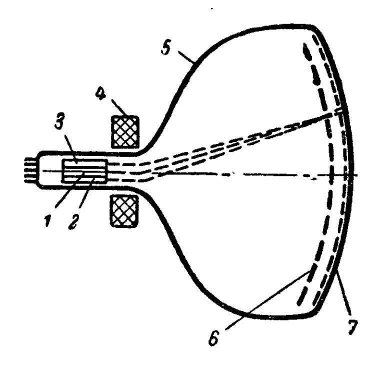


Рис. 10. Схема масочного кинескопа.

1 — «синий» прожектор; 2 — «зеленый» прожектор; 3 — «красный» прожектор; 4 — отклоняющая система; 5 — колба; 6 — теневая маска; 7 — экран.

Экран цветного кинескопа изготовляют методом оптического экспонирования. На внутреннюю поверхность экрана наносится суспензионное покрытие из смеси одного из цветных люминофоров и светочувствительного материала, способного задубливаться под воздействием ультрафиолетового облучения. Маску устанавливают по отношению к экрану так, как она должна быть расположена в готовом кинескопе. В точке, с которой в готовом кинескопе начинается отклонение луча, устанавливают точечный источник ультра-

фиолетового излучения с корректирующей линзой, которая имитирует условия отклонения луча. Источник ультрафиолетового излучения устанавливают в месте расположения ЭОС того же «цвета», которым светится люминофор, и засвечивают только те точки экрана, которые «видит» ЭОС в реальном кинескопе. Эта операция называется **экспонированием экрана**. В процессе экспонирования люминофор закрепляется на экране. Лишний люминофор смывается и затем наносится суспензионное покрытие с люминофором другого цвета. Источник излучения перемещается на место соответствующей ЭОС, экран экспонируется и лишний люминофор смывается. Таким образом, в кинескопе электронный луч каждой ЭОС будет попадать на люминофор соответствующего цвета.

Экран цветного кинескопа алюминирован. Как и в черно-белом кинескопе, алюминиевая пленка увеличивает светоотдачу примерно в два раза за счет отражения от нее излучения, направленного внутрь кинескопа.

Все три луча отклоняются общей отклоняющей системой. Видеосигналы, управляющие токами лучей и яркостью свечения люминофоров, подаются на модуляторы (или катоды) ЭОС. Каждый луч создает изображение в первичном цвете. В зависимости от соотношения синего, зеленого и красного цветов мы видим на экране цветное или черно-белое изображение. Однако задача обеспечения сведения лучей в соответствующие точки люминофоров при всех углах отклонения требует использования дополнительных устройств, которых нет в черно-белом кинескопе.

ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Электронно-оптическая система масочного кинескопа состоит из трех одинаковых ЭОС— прожекторов. Схема одного прожектора показана на рис. 11. Каждый из прожекторов имеет катод с подо-

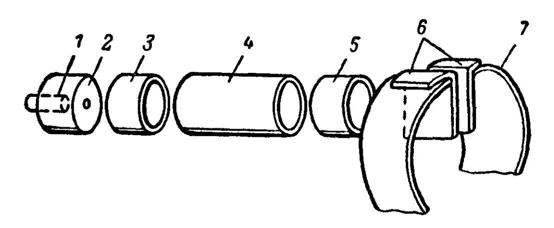


Рис. 11. Устройство одного прожектора масочного кинескопа.

1 — катод; *2* — модулятор; *3* — ускоряющий электрод; *4* — фокусирующий электрод; *5*— второй анод; *6*— полюсный наконечник; *7*— цилиндр сведения.

гревателем, модулятор, ускоряющий электрод, фокусирующий электрод и анод. За анодами трех прожекторов установлен общий цилиндр сведения, в котором имеются полюсные наконечники, каждая пара из которых охватывает соответствующий луч. Пары полюсных наконечников экранированы друг от друга внутренним магнитным экраном. Внешний вид собранной электронно-оптической системы показан на рис. 12. Все электроды системы механически соединены с помощью стеклянных штабиков.

Цилиндр сведения электрически соединен с анодами, а также внутренним графитовым покрытием баллона кинескопа и с экраном с помощью трех контактных пружин. Фокусирующие электроды прожекторов соединены между собой и имеют общий вывод на ножку

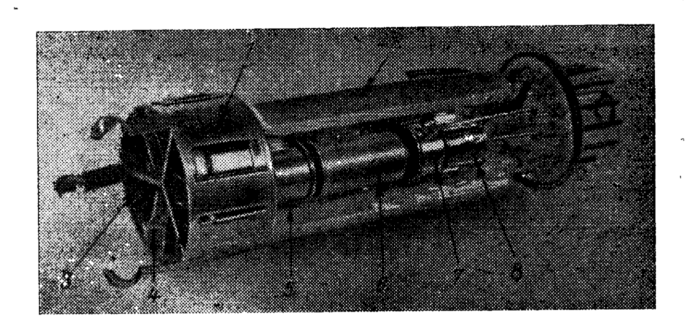


Рис. 12. Внешний вид электронно-оптической системы масочного кинескопа.

1 — цилиндр сведения; *2* — стеклянный штабик; *3* — магнитный экран; *4* — полюсный наконечник; *5* — анод; *6* — фокусирующий электрод; *7* — ускоряющий электрод; *8* — модулятор.

кинескопа. Общий вывод анодов находится на конусе кинескопа.

Оси прожекторов расположены не в одной плоскости, а под углом 120° по отношению друг к другу и наклонены к оси кинескопа под небольшим углом — около 1°, так что электронные лучи пересекаются в центре отверстий маски.

ОРГАНЫ МАГНИТНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Сводящее поле создается системой (регулятором сведения), принцип действия которой иллюстрируется рис. 13. Снаружи к горловине кинескопа под углом 120° (так же расположены прожекторы) подходят три пары магнитопроводов статического и динамического сведения лучей, силовые линии которых создают между полюсными наконечниками магнитное поле. В каждом сердечнике магнита статического сведения закреплен цилиндр из бариевого феррита, намагниченный по диаметру. Поворот магнита изменяет величину и направление магнитного поля между внутренними полюсными наконечниками. При этом соответствующий луч смещается радиально под углом 120° по отношению к двум другим лучам. Для сведения трех лучей в одном отверстии маски надо иметь возможность смещать хотя бы один луч в направлении, перпендикулярном радиальному. Таким образом, принято смещать синий луч (рис. 14).

Три магнита статического сведения красного, зеленого и синего лучей, а также магнит смещения синего луча позволяют свести три луча в плоскости маски в центре экрана. Это сведение называется статическим, так как оно совмещает неотклоненные лучи.

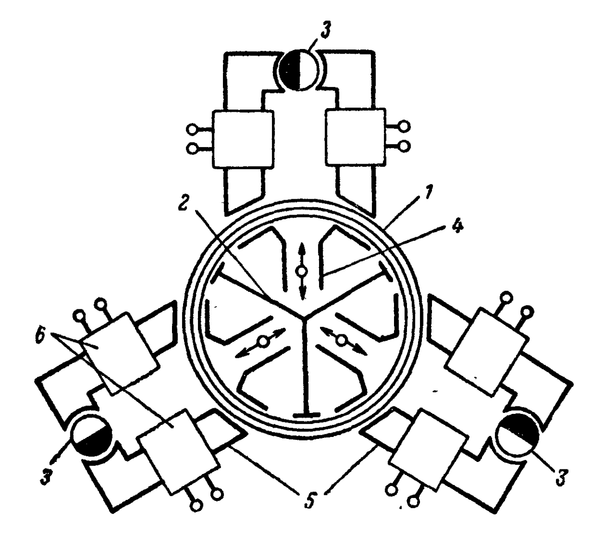


Рис. 13. Схема регулятора сведения и расположения электромагнитов динамического сведения.

1 — горловина кинескопа; *2* — внутренний магнитный экран; *3* — магниты статического сведения; *4* — полюсные наконечники цилиндра сведения; *5* — внешние полюсные наконечники; *6* — катушки динамического сведения по строкам и по кадрам (стрелками показаны направления перемещения лучей при вращении магнитов статического сведения).

Сведение трех лучей в процессе развертки оказывается более сложным, чем просто статическое. Возникающие в процессе развертки ошибки совмещения лучей корректируются системой динамического сведения. Динамическое сведение достигается изменением тока в катушках динамического сведения синхронно со строчной и кадровой разверткой. Для этого на П-образных сердечниках с постоянными магнитами для статического сведения закрепляют катушки динамического сведения. Все конструкцию устанавливают на горловине кинескопа над цилиндром сведения и называют регулятором сведения.

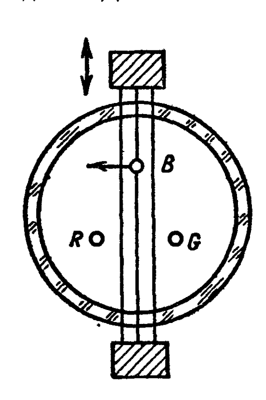


Рис. 14. Схема смещения синего луча.

На рис. 15 показано, что при развертке по горизонтали красный *R* и зеленый *G* лучи смещаются выше горизонтальной линии, а синий *B* — ниже. При развертке по вертикали красный луч оказывается правее, а зеленый — левее вертикальной линии. Для совмещения лучей в одной точке синий луч надо всегда смещать вверх, красный — влево и вниз под углом 30°, зеленый — вправо и вниз под углом 30°. Расхождение лу-

чей в центре экрана меньше, чем на краях растра. Поэтому интенсивность магнитного поля, необходимая для сведения лучей в процессе развертки, должна возрастать по мере отклонения луча от центра экрана. Для этого через катушки динамического сведения пропускают токи параболической формы, получаемые от генераторов строчной и кадровой развертки.

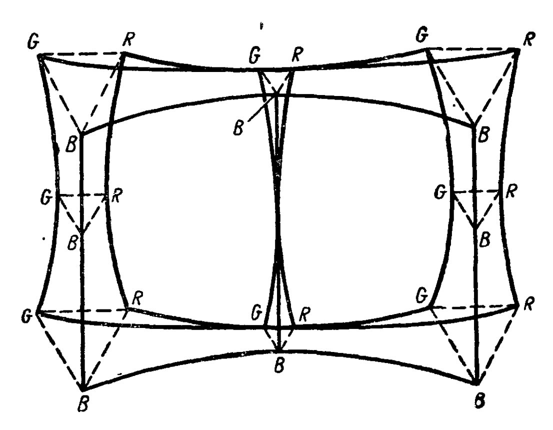


Рис. 15. Смещение лучей кинескопа при развертке.

На чистоту цвета влияет точность установки отклоняющей системы. В случае неправильной установки отклоняющей системы (рис. 16) относительно точки отклонения луча, из которой экспонировался экран, красный луч попадает на зеленый люминофор, а зеленый — на синий.

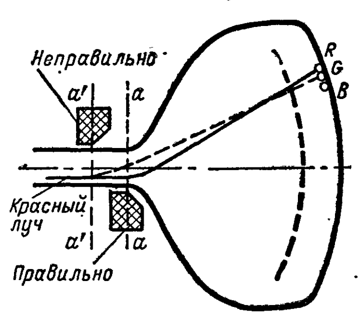


Рис. 16. Влияние положения отклоняющей системы на чистоту цвета.

Чистота цвета зависит также от ориентации кинескопа относительно внешних магнитных полей, в частности магнитного поля земли. Оно влияет на чистоту цвета так же, как неправильная установка отклоняющей системы. Поскольку магнитное поле земли влияет практически одинаково на все лучи, они попадают полностью или частично на несоответствующие люминофорные зерна. Компенсирующее поле создается с помощью магнита чистоты цвета, который состоит из двух диаметрально намагниченных колец, помещаемых на горловине кинескопа (рис. 17). Одна половина кольца имеет северный полюс, другая — южный. Кольца поворачиваются вместе или независимо друг от друга. Поворот обоих магнитов вокруг горловины сдвигает лучи

вокруг оси. Раздвигая или сдвигая кольца, можно отклонять лучи перпендикулярно направлению силовых линий.

Для устранения влияния внешних магнитных полей и магнитного поля земли кинескоп имеет экранирующий кожух (рис. 18) и

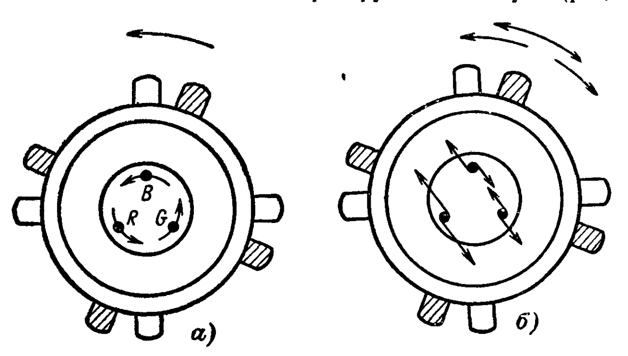


Рис. 17. Схема расположения магнита чистоты цвета. Стрелками показаны направления смещения электронных лучей по отношению к оси кинескопа при вращении колец в одном (*а*) и в противоположных (*б*) направлениях.

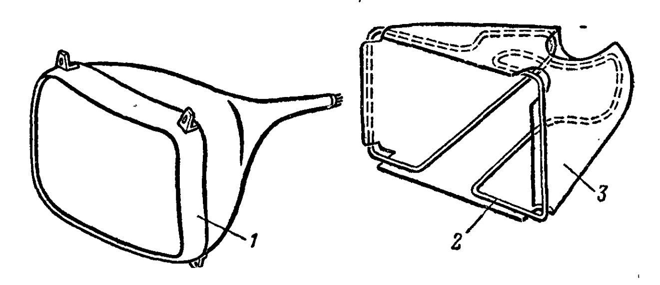


Рис. 18. Экранировка кинескопа от внешних магнитных полей

1 — крепежный обод (система взрывозащиты); *2* — петля размагничивания; *3* — экранирующий кожух.

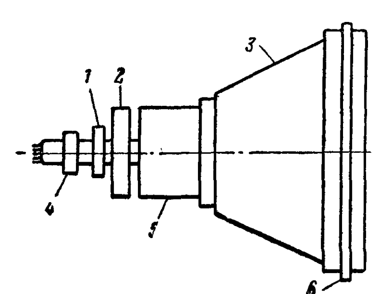


Рис. 19. Расположение органов магнитного управления масочным кинескопом.

1 — магнит бокового смещения синего луча; *2* — регулятор сведения; *3* — экранирующий кожух; *4* — магнит чистоты цвета; *5* — отклоняющая система; *6* — петля размагничивания.

обод крепления вокруг экрана. Экранирующий кожух и обод изготовляют из стали с высокой магнитной проницаемостью. Они также должны быть размагничены. При установке телевизора в квартире при включении домашних электроприборов кожух и обод могут оказаться вновь намагниченными. Поэтому размагничивание кожуха и обода производится автоматически при каждом включении телевизора. Для этой цели служит петля размагничивания, помещенная между баллоном кинескопа и экранирующим кожухом. По этой петле при включении телевизора проходит плавно затухающий ток.

Схема расположения органов магнитной регулировки масочного кинескопа показана на рис. 19.

СИГНАЛ ЯРКОСТИ

В цветном телевидении передача воздействий, оказываемых на глаз различными оттенками изображения (независимо от цвета), осуществляется сигналом яркости. Сигнал яркости рисует четкие контуры изображения. «Раскрашивание» этого изображения осуществляется сигналами цветности.

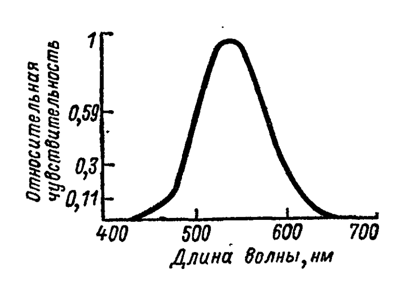


Рис. 20. Зависимость относительной чувствительности глаза от длины волны светового потока.

При приеме цветной передачи на черно-белый телевизионный приемник сигнал яркости должен правильно передавать градации яркости. Глаз человека неодинаково ощущает интенсивность светового излучения с различной длиной волны. На рис. 20 показана зависимость относительной чувствительности глаза от длины волны светового потока. При одинаковых энергиях излучения первичных цветов (красного, зеленого и синего) они по-разному ощущаются глазом, т. е. имеют разную яркость. Чувствительности глаза к красному, зеленому и синему цвету относятся как 0,3 : 0,59 : 0,11. Поэтому для получения белого цвета свечения экрана масочного кинескопа необходимо обеспечить определенное соотношение яркости свечения люминофоров первичных цветов. Если бы люминофоры с различным цветом свечения имели одинаковую эффективность для глаза, то токи лучей кинескопа были примерно одинаковыми. Однако эффективность люминофоров различна и поэтому для получения белого цвета свечения приходится устанавливать разные токи луча для каждого прожектора. Кроме того, для получения белого цвета необходимо принять меры, компенсирующие различия в модуляционных характеристиках прожекторов.

Зависимость тока луча прожектора от модулирующего напряжения описывается соотношением

$$I_{л} = kU^{\gamma}_{мод},$$

где k — коэффициент пропорциональности; γ — коэффициент нелинейности.

Значение γ определяется тангенсом угла наклона характеристики $I_л=f(U_{мод})$, построенной в логарифмическом масштабе, к оси абсцисс. Значение γ у каждого прожектора и отдельных экземпляров кинескопов различны и обычно лежат в пределах от 2,6 до 3,3 (они указываются в справочных данных). Кроме того, значение γ зависит от режима работы прожектора и может быть несколько изменено путем подбора напряжений на ускоряющих электродах.

При одинаковых γ характеристики трех электронных прожекторов, построенные в логарифмическом масштабе на общем графике, идут параллельно друг другу, что является одним из условий получения баланса белого. В этом случае изменения величин сигналов вызывают пропорциональные изменения яркости и не приводят ни к изменению «окраски» цветных мест изображения, ни к «окрашиванию» белых мест изображения в какой-либо цвет.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ КИНЕСКОПОВ

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ

Важнейшим эксплуатационным параметром кинескопа является долговечность. Понятие долговечности является в значительной мере условным. Долговечностью называется продолжительность испытаний кинескопов в стандартном рабочем режиме, в течение которых основные параметры у определенного числа кинескопов должны сохраниться в заданных пределах.

Испытания кинескопов на долговечность проводятся на заводах-изготовителях. Для этих испытаний из текущей продукции отбирают определенное число кинескопов. Естественно, что в процессе длительных испытаний параметры кинескопов ухудшаются.

Для оценки качества кинескопов при испытаниях на долговечность устанавливаются параметры — критерии долговечности, например яркость. Кинескоп считается годным, если в течение испытаний на долговечность яркость кинескопа не становится меньше некоторой величины, определенной в качестве критерия долговечности. Например, если в начале испытаний яркость кинескопа составляет 100 кд/м², то в конце испытаний она должиа быть не менее 80 кд/м². Следует особо подчеркнуть, что и критерии долговечности являются условными величинами. Так, например, кинескоп с яркостью 79 кд/м² (меньше 80 кд/м² в рассматриваемом примере) считается вышедшим из строя. Однако для телезрителя такой кинескоп будет вполне работоспособным, так как, повернув ручку регулировки яркости (и изменив тем самым напряжение модулятора), он может получить яркость более 80 кд/м². Но при испытаниях на долговечность напряжение модулятора (или ток луча) стабильно. Поэтому фактическая долговечность всегда значительно больше указываемой в справочниках. Так, подавляющее большинство современных черно-белых кинескопов испытывается на долговечность в течение 3000 ч, а фактически кинескоп сохраняет работоспособность в течение 7000—10 000 ч.

Поскольку долговечность является понятием весьма условным, для оценки эксплуатационных возможностей кинескопов используют более точный критерий — надежность. Надежность кинескопа — это его способность выполнять заданные функции в определенных условиях эксплуатации в течение заданного периода времени при

сохранении своих параметров в установленных пределах. Это определение понятия надежности является достаточно общим как для кинескопов, так и для других типов электронных приборов.

Для оценки надежности используются количественные показатели, основным из которых является интенсивность отказов. Отказом называется полная или условная потеря работоспособности кинескопа (по критериям долговечности, о которых упоминалось выше).

Под интенсивностью отказов понимают отношение числа отказавших кинескопов за условный, определенный промежуток времени к числу исправных кинескопов.

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ определяется формулой:

$$\lambda(t) = \frac{\Delta n}{(N-n)\Delta t},$$

где Δn — число кинескопов, отказавших за промежуток времени Δt; n — число кинескопов, отказавших к началу промежутка времени Δt; N — число кинескопов, поставленных на испытание.

Основой для расчета интенсивности отказов служат результаты испытаний на долговечность, которые проводятся в стандартном рабочем режиме кинескопов.

Отказы кинескопов, как и других электронных приборов, принято разделять на две группы: внезапные отказы и отказы за счет постепенного ухудшения параметров (так называемого «старения»). При внезапном отказе кинескоп неожиданно полностью теряет работоспособность. В большинстве случаев причинами внезапных отказов являются обрывы или перегорания подогревателей, пробои изоляции между катодом и подогревателем, трещины стекла и т. д. Постепенное ухудшение параметров обусловлено потерей эмиссии катода, ростом утечек между электродами, ухудшением вакуума за счет появления микротрещин и газовыделения из элементов кинескопа внутрь его объема.

Как правило, телезритель постепенного ухудшения параметров кинескопа не замечает. Это связано с тем, что наиболее распространенным видом отказа кинескопа является уменьшение яркости свечения экрана, вызванное падением тока луча. В свою очередь, ток луча уменьшается по мере ухудшения эмиссии катода. Вместе с тем телезритель имеет возможность повысить яркость свечения экрана, регулируя напряжение модулятора, т. е. изменяя положение регулятора яркости.

Обычно интенсивность отказов кинескопов относительно велика в начальный период их работы, в основном в первые часы. В это время проявляются дефекты производства, которые приводят к выходу кинескопа из строя. Чтобы избавить телезрителя от таких неприятностей, заводы-изготовители проводят специальную выдержку кинескопов в течение нескольких суток, после чего их повторно проверяют.

После 100—200 ч работы интенсивность отказов резко падает. Она возрастает снова через $(7—10)\cdot10^3$ ч работы, когда кинескоп неизбежно стареет, например, за счет потери эмиссии катода. Таким образом, во время эксплуатации кинескопов соотношение между интенсивностью внезапных отказов и отказов за счет старения не остается постоянным. В первые часы работы интенсивность внезапных отказов превышает интенсивность отказов за счет старения. С увеличением количества наработанных часов интенсивность внезапных отказов падает,

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ КИНЕСКОПОВ

Работоспособность кинескопа в значительной степени зависит от режима его эксплуатации.

Электрические режимы работы определяют интенсивность химических и физических процессов, протекающих в кинескопе и обусловливающих характер и скорость изменения электрических параметров кинескопа.

Одним из наиболее важных обстоятельств, определяющих работоспособность кинескопа, является температурный режим работы катода, который в свою очередь практически полностью определяется напряжением накала. В кинескопах используются оксидные катоды, в которых источником электронов является эмиссионное покрытие, нанесенное на никелевый колпачок, внутри которого помещен подогреватель. Эмиссионное покрытие состоит из окислов и чистых металлов (барий, стронций и кальций), нагретых до высокой температуры. Катоды проектируют и изготовляют так, чтобы при номинальном напряжении накала эмиссионный слой был нагрет до 800—850°С. Отклонения напряжения накала от номинального приводят к снижению эмиссионной активности катода, к уменьшению тока катода и тока луча.

Электрические параметры кинескопа в значительной степени определяются качеством катода. Для нормального функционирования оксидный слой должен содержать металлический барий в количестве примерно 0,01% общего покрытия. При уменьшении концентрации бария ухудшается электропроводность оксидного слоя и падает эмиссионная способность; повышение концентрации свободного бария также нежелательно, так как металлический барий труднее эмиттирует электроны, чем окись бария. «Баланс» свободного бария, обеспечивающий нормальную работу катода, определяется примерно двадцатью различными физико-химическими процессами, которые существенно зависят от температурного режима работы катода (напряжения накала), удельной нагрузки катода и плотности тока в электронном луче.

Повышение напряжения накала приводит к интенсивному испарению веществ, составляющих эмиссионное покрытие, а также к испарению материала керна, что ухудшает работу катода. Скорость испарения активного эмиссионного слоя пропорциональна одиннадцатой степени напряжения накала. Скорость испарения материала керна катода меньше, но все же велика. Поэтому даже небольшое отклонение напряжения накала от номинального ухудшает работу кинескопа в целом.

Повышение напряжения накала опасно не только с точки зрения ухудшения эмиссии катода. Испаряющиеся с катода вещества осаждаются на изоляторах электронно-оптической системы кинескопа, что способствует возникновению утечек и даже пробоев между электродами. Кроме того, повышение напряжения накала равноценно повышению температуры подогревателя, что увеличивает вероятность перегорания подогревателя и ухудшает изоляцию между катодом и подогревателем.

Практически нельзя считать допустимыми повышение напряжения накала более чем на 5—10% по отношению к номинальному значению.

При понижении напряжения накала происходит так называемое «отравление» катода. Оно связано с тем, что вакуум в баллоне кинескопа никогда не бывает идеальным — всегда в баллоне остаются «остаточные» газы. Эти газы взаимодействуют с чистыми металлами, содержащимися в эмиссионном покрытии, и тем самым понижают его активность. Отравление катода происходит наиболее интенсивно при понижении напряжения накала (при пониженной температуре).

Предельным случаем работы кинескопа при пониженной температуре является режим включения кинескопа, когда катод еще не нагрет, а высокое напряжение уже подано. Это может иметь место в телевизионных приемниках, собранных на полупроводниковых приборах. Его нельзя считать допустимым, так как сопротивление ненагретого оксидного покрытия очень велико и электростатические поля, обусловленные высоким напряжением, могут вызвать искрение катода, уменьшить его эмиссию и даже привести к отрыву оксидного покрытия от катода.

Поэтому целесообразно строить схему телевизионного приемника так, чтобы высокое напряжение подавалось с некоторой задержкой, когда катод уже прогрет. Подобный режим автоматически осуществляется в ламповом телевизоре, в котором лампы генератора строчной развертки разогреваются относительно медленно.

Следует рассмотреть также режим выключения кинескопа. Если высокое напряжение не отключено, то остывающий катод подвергается бомбардировке тяжелыми ионами остаточных газов, что также нежелательно. При выключении телевизора желательно обеспечить снятие высокого напряжения или хотя бы запирание электронного луча большим отрицательным напряжением на модуляторе на время, пока катод кинескопа еще не остыл.

Ток катода кинескопа не должен превышать некоторое предельное значение, указываемое в справочных данных. В противном случае эмиссионная активность катода быстро падает. Поскольку в кинескопе от тока катода зависят ток луча и яркость свечения экрана, эксплуатация кинескопа при больших яркостях может отрицательно сказаться на его работе.

Уменьшение тока катода, обусловленное ухудшением его эмиссии, приводит к уменьшению крутизны модуляционной характеристики. Она становится более пологой, т. е. одному и тому же приращению напряжения модулятора соответствуют все меньшие приращения тока луча. Это означает, что модуляция увеличивается. В результате ухудшается контраст изображения. Для большинства современных кинескопов величина модуляции является критерием долговечности. Строго говоря, при слишком интенсивном токоотборе с катода модуляционная характеристика может не только стать более пологой, но и изменить свою форму. В области напряжений модулятора, близких к нулю, крутизна модуляционной характеристики может стать даже отрицательной. При этом уменьшение отрицательного напряжения модулятора приводит к уменьшению тока луча, так как эмиссионные возможности катода исчерпаны. Такое явление встречается очень редко, в основном у кинескопов, проработавших несколько тысяч часов. Внешне оно проявляется в виде «негативного» изображения, т. е. наиболее яркие места оказываются, наоборот, темными.

Не только напряжение накала, но и напряжения других электродов не должны быть меньше или больше предельно допустимых значений, указываемых в справочниках. В общем случае повышение

напряжений на электродах приводит к росту токов утечки между электродами. Токи утечки отрицательно сказываются на работе кинескопа. Как правило, наиболее заметно растут токи утечки между катодом и подогревателем. Подогреватель покрыт окисью алюминия (алундом), которая при низких температурах представляет собой хороший диэлектрик. Однако при нагреве подогревателя (его рабочая температура достигает 1100—1200°С) изоляционные свойства алунда несколько ухудшаются.

При наличии напряжения между катодом и подогревателем напряженность электрического поля в зазоре между керном катода и алундовым покрытием может достигать 8—10 кВ/см, что ухудшает условия работы покрытия и повышает вероятность пробоя изоляции.

Ухудшение изоляционных свойств алундового покрытия в процессе эксплуатации обусловлено тем, что при высокой температуре в толще алундового покрытия растут игольчатые кристаллы вольфрамата алюминия, который имеет худшие изоляционные свойства, чем алунд. Со временем в местах, где эти кристаллы имеют наибольшие размеры, может произойти пробой изоляции, часто сопровождающийся расплавлением и обрывом подогревателя.

Интенсивность процессов, нарушающих изоляционные свойства алунда, возрастает с повышением напряжения накала и напряжения между катодом и подогревателем.

Существует зависимость пробивного напряжения алундового покрытия от полярности напряжения между катодом и подогревателем. Пробивные напряжения изоляции при отрицательных потенциалах катода ниже, чем при положительных. Различие в значениях пробивных напряжений обусловлено характером контакта между алундом и керном катода. С подогревателем алунд спекается во время обжига и контакт получается надежным, а с керном катода алундовое покрытие соприкасается только в отдельных точках. Поэтому в справочных данных для положительной полярности подогревателя относительно катода указываются меньшие напряжения, чем для отрицательной.

Токи утечки между катодом и подогревателем нестабильны и в процессе эксплуатации могут изменяться в несколько раз. Обычно, когда между катодом и подогревателем существует разность потенциалов порядка 100—200 В, токи утечки составляют несколько микроампер.

Неприятным обстоятельством является возникновение утечки между катодом и модулятором.

Основной причиной возникновения этой утечки является напыление вещества с катода на внутреннюю поверхность модулятора. Возникающие вследствие напыления паразитные проводимости шунтируют цепь катод — модулятор, создавая дополнительную нагрузку видеоусилителя. Как правило, эти утечки невелики и не превышают единиц микроампер. Но чтобы уменьшить их вредное влияние, не рекомендуется выбирать сопротивление, подключаемое параллельно цепи катод — модулятор, слишком большим. Для большинства кинескопов это сопротивление не должно превышать 1,5 МОм. Очевидно, что чем меньше это сопротивление, тем меньше сказывается шунтирующее действие утечки в рассматриваемой цепи.

Повышенное напряжение накала ведет к возникновению утечки между электродами электронно-оптической системы. Эта утечка может привести к возникновению пробоев между электродами.

Кроме утечки, причиной пробоев в кинескопе могут служить микроскопические острия на поверхностях электродов. При наличии высоких напряжений эти острия могут эмиттировать электроны, которые при недостаточно высоком вакууме вызывают пробой — разряд между электродами.

Для предотвращения возникновения разрядов электроды электронно-оптической системы кинескопа тщательно полируют. Края электродов, между которыми существует высокая разность потенциалов, делают закругленными; они заметно отогнуты от оси системы. Кроме того, технология изготовления кинескопов включает в себя операцию прожига. При этом на электроды кинескопа подают высокое напряжение, достаточное для возбуждения пробоя, в результате чего оставшиеся после полировки микроскопические острия сгорают.

Особенно опасен пробой между катодом и модулятором. Расстояние между ними очень мало (0,1—0,15 мм). Поэтому незначительное напыление вещества с катода, происходящее при повышенном напряжении накала, даже при сравнительно невысоких напряжениях может привести к возникновению пробоя. В этом случае катод выходит из строя.

В справочных данных всегда указываются наибольшие допустимые значения напряжений между электродами. Пробои между электродами кинескопов возникают исключительно редко. В промышленных типах телевизоров это исключено благодаря правильному выбору режимов применения кинескопов.

Современные кинескопы не имеют цоколей. Высокое качество спая штырьков со стеклом ножки гарантирует сохранение высокого вакуума в кинескопе, необходимого для обеспечения его нормальной работы. Но при неаккуратном обращении с кинескопом можно погнуть штырьки. При попытке их выпрямить можно нарушить качество спая металла со стеклом. В результате возникает микротрещина. Вакуум в кинескопе ухудшится, и кинескоп выйдет из строя. Поэтому кинескоп следует переносить и устанавливать в телевизор только с защитным колпачком на штырьках.

Можно считать закономерным, что при длительной работе кинескопа основные параметры изменяются согласно приведенной ниже таблице.

Параметр	Характер изменения
Ток накала	Возрастает
Ток катода	Уменьшается
Ток луча	Уменьшается
Ток утечки катод — подогреватель	Возрастает, но иногда может и уменьшаться
Ток утечки катод — модулятор	Возрастает
Токи утечки между электродами	Возрастают
Модуляция	Возрастает
Яркость	Уменьшается
Контраст	Уменьшается
Разрешающая способность	Практически не изменяется

Превышение любого предельно допустимого параметра ведет к ухудшению работы кинескопа. Тем более недопустимо одновременно превышать два или более предельно допустимых параметра. Интенсивность отказов кинескопов возрастает не пропорционально степени интенсификации режима. Можно привести такой пример. Повышение напряжения накала на 10% приведет к увеличению интенсивности отказов вдвое, если все остальные режимы в норме. Увеличение тока луча в два раза по сравнению с номинальным при прочих нормальных условиях повышает интенсивность отказов также в два раза. Однако если напряжение накала и ток луча повышаются одновременно, то интенсивность отказов возрастает не в четыре, а в шесть — восемь раз.

Наиболее опасными сочетаниями предельно допустимых режимов (с точки зрения ухудшения надежности кинескопов) являются:

повышенные напряжение накала и ток катода;

пониженные напряжение накала и ток катода;

повышенные напряжение накала и напряжение между катодом и подогревателем (потенциал подогревателя положителен относительно катода);

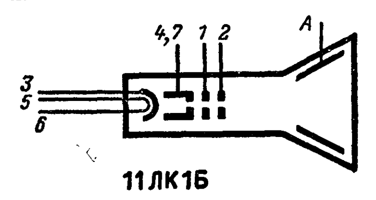
повышенные напряжение накала и напряжения на электродах;

повышенные напряжение накала и сопротивление в цепи катод — модулятор.

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ КИНЕСКОПОВ

11ЛК1Б

Предназначен для переносных приемников черно-белого телевидения.



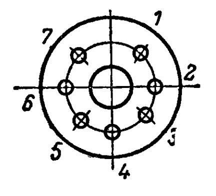


Рис. 21.

Общие данные

Угол отклонения луча — 55°.

Выводы электродов: *1* — ускоряющий электрод; *2* — фокусирующий электрод; *3* — катод; *4*, *7* — модулятор; *5*, *6* — подогреватель; *А* — анод (боковой вывод).

Масса наибольшая — 0,3 кг.

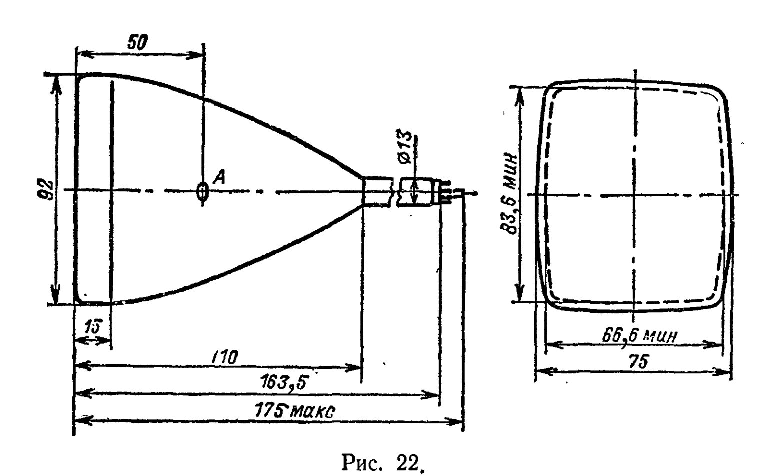


Рис. 22.

Основные параметры

при $U_н=1{,}35$ В, $U_а=9$ кВ, $U_{у.э}=300$ В, $U_{ф.э}=0\div500$ В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —130 В относительно катода), мкА	—	75
Ток утечки между катодом и модулятором, мкА	—	5
Напряжение запирания, В	—35	—15
Напряжение модуляции, В	—	15
Яркость свечения экрана, кд/м²	260	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	550	—
по углам	450	—
Контраст	150	—
Долговечность, ч	1000	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	200	—
напряжение модуляции, В	18	—

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	1,21	1,5
Напряжение анода (постоянное), В	7000	11 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	0	600
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	400
Напряжение модулятора (постоянное), В	—50	0
Наибольший ток анода (катода), мкА	—	45

16ЛК1Б

Предназначен для переносных приемников черно-белого телевидения.

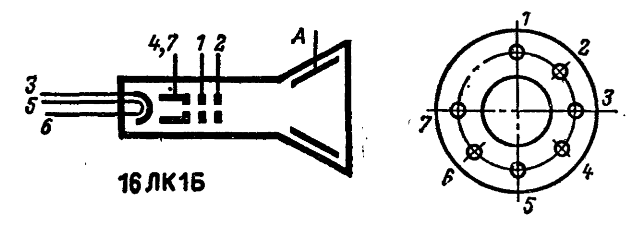


Рис. 23.

Общие данные

Угол отклонения луча — 70°.

Выводы электродов: *1* — ускоряющий электрод; *2* — фокусирующий электрод; *3* — катод; *4*, *7* — модулятор; *5*, *6* — подогреватель; *А* — анод (боковой вывод).

Масса наибольшая — 0,5 кг.

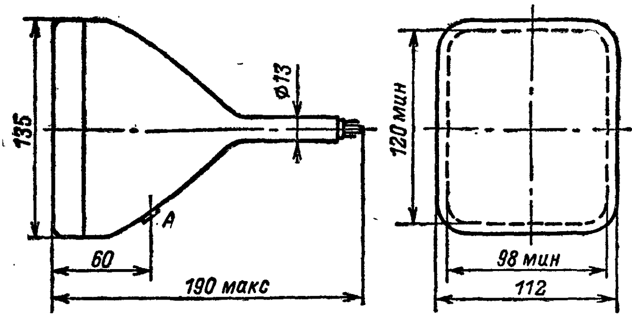


Рис. 24.

Основные параметры

при $U_н$=1,35 В, $U_а$=9 кВ, $U_{у.э}$=300 В, $U_{ф.э}$=0÷450 В

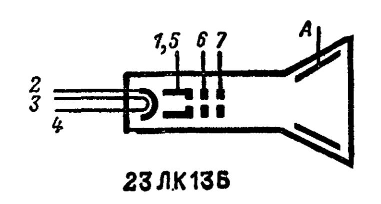
Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем, мкА	—	50
Ток утечки между катодом и модулятором, мкА	—	5
Напряжение запирания, В	—40	—10
Напряжение модуляции, В	—	15
Яркость свечения экрана, кд/м²	100	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	—
Контраст	100	—
Долговечность, ч	1500	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	70	—
напряжение модуляции, В	—	20

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	1,21	1,5
Напряжение анода (постоянное), В	7000	11 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	0	600
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	250	400
Напряжение модулятора (постоянное), В	—50	0
Ток анода, мкА	—	60

23ЛК13Б

Предназначен для переносных приемников черно-белого телевидения.



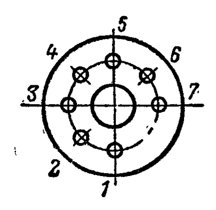


Рис. 25.

Общие данные

Угол отклонения луча — 90°.
Выводы электродов: *1*, *5* — модулятор; *2* — катод; *3*, *4* — подогреватель; *6* — ускоряющий электрод; *7* — фокусирующий электрод; *А* — анод (боковой вывод).
Масса наибольшая — 1,2 кг.

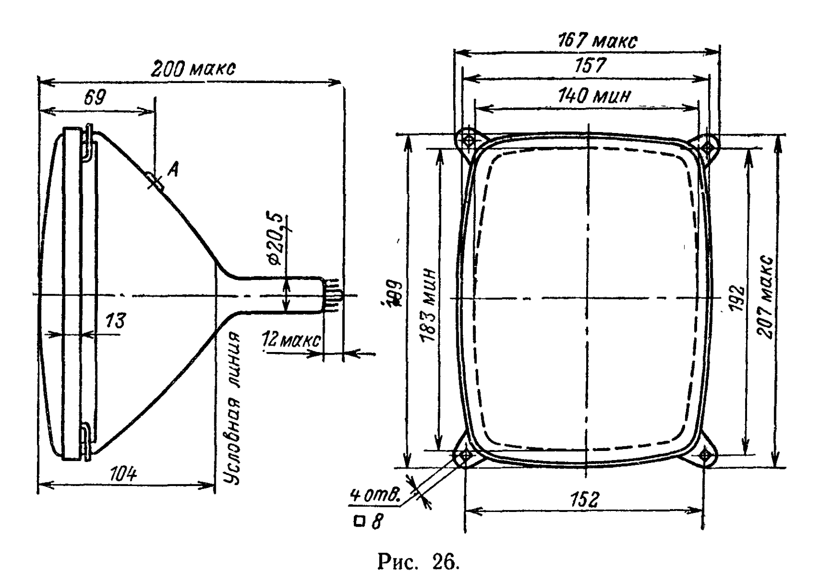


Рис. 26.

Основные параметры

при $U_н = 12$ В, $U_а = 11$ кВ, $U_{у.э} = 100$ В, $U_{ф.э} = 0 \div 300$ В

Наименование	Не менее	Номинал	Не более
Ток накала, А	0,058	—	0,073
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —120 В относительно катода), мкА	—	—	75
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора —100 В относительно катода), мкА	—	—	5
Напряжение запирания, В	—	45	—
Напряжение модуляции, В	—	—	25
Яркость свечения экрана, кд/м² . .	225	—	—
Разрешающая способность в линиях:			
в центре	600	—	—
по углам	600	—	—
Контраст	150	—	—
Долговечность, ч	2000	—	—
Критерии долговечности:			
яркость свечения экрана, кд/м²	175	—	—
напряжение модуляции, В . .	—	—	12

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	10,8	13,2
Напряжение анода (постоянное), В	9000	13 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—100	500
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	80	140
Напряжение модулятора (постоянное), В	—100	0
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	1
Ток катода, мкА	—	150

31ЛК3Б

Предназначен для переносных приемников черно-белого телевидения.

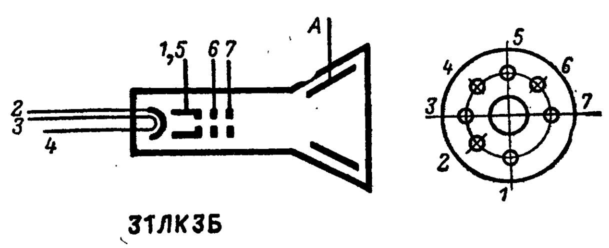


Рис. 27.

Общие данные

Угол отклонения луча — 110°.
Выводы электродов: *1*, *5* — модулятор; *2* — катод; *3*, *4* — подогреватель; *6* — ускоряющий электрод; *7* — фокусирующий электрод. *А* — анод (боковой вывод).
Исполнение — взрывобезопасное.
Масса наибольшая — 2,8 кг.

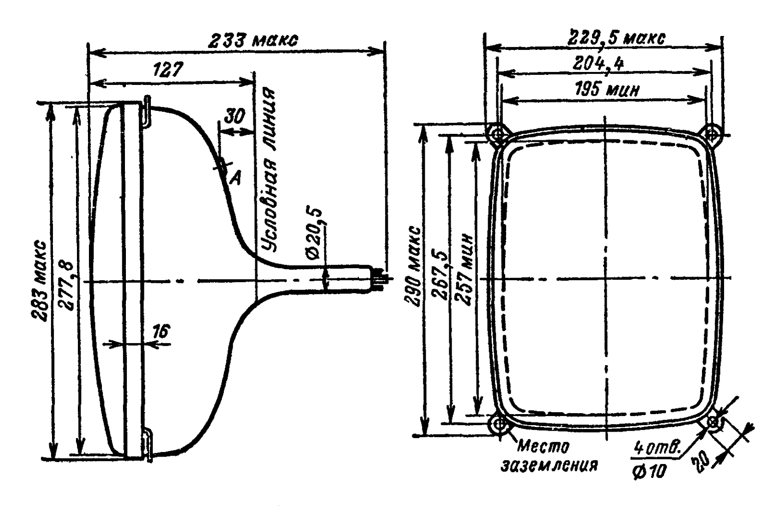


Рис. 28.

Основные параметры
при $U_н$=12 В, $U_а$=11 кВ, $U_{у.э}$=250 В, $U_{ф.э}$=0÷350 В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,058	0,073
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —140 В относительно катода), мкА	—	75
Ток утечки между катодом и модулятором	—	5
Напряжение запирания, В	—60	—
Яркость свечения экрана, кд/м²	150	—
Напряжение модуляции, В	—	35
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	—
Контраст	150	—
Долговечность, ч	2000	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	120	—
напряжение модуляции, В	—	45

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	10,8	13,2
Напряжение анода (постоянное), В	9000	13 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—50	500
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	350
Напряжение модулятора (постоянное), В	—120	0
Наибольшее значение среднего тока анода (катода), мкА	—	300
Наибольшее сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	1,5

35ЛК6Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.

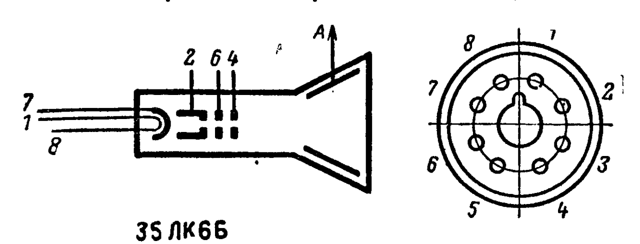


Рис. 29.

Общие данные

Угол отклонения луча — 70°.
Выводы электродов: *1*, *8* — подогреватель; *2* — модулятор; *4* — фокусирующий электрод; *6* — ускоряющий электрод; *7* — катод; *А* — анод (боковой вывод).
Масса наибольшая — 6 кг.

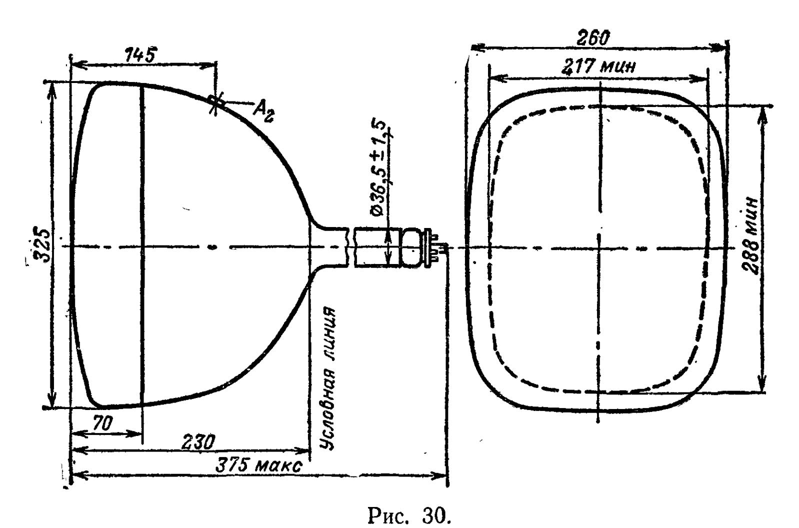


Рис. 30.

Основные параметры

при $U_{н}$=6,3 В, $U_{а}$=12 кВ, $U_{у.э}$=300 В, $U_{ф.э}$=100÷425 В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,54	0,66
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —135 В относительно катода), мкА	—	30
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора —100 В относительно катода), мкА	—	5
Напряжение запирания, В	—90	—30
Напряжение модуляции, В	—	25
Яркость свечения экрана, кд/м²	100	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	500	—
Долговечность, ч	3000	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	55	—
напряжение модуляции, В		30

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	9000	15 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—300	1000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	250	500
Напряжение модулятора (постоянное), В	—125	0
Напряжение подогревателя относительно катода, В	—125	0
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	1
Среднее значение тока анода, мкА	—	150

40ЛК3Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.

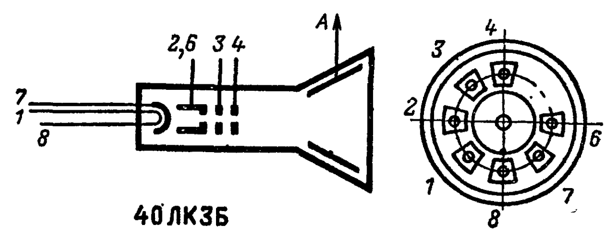


Рис. 31.

Общие данные

Угол отклонения луча — 90°.

Выводы электродов: *1*, *8* — подогреватель; *2*, *6* — модулятор; *3* — ускоряющий электрод; *4* — фокусирующий электрод; *7* — катод; *А* — анод (боковой вывод).

Исполнение — взрывобезопасное.

Масса наибольшая — 6,5 кг.

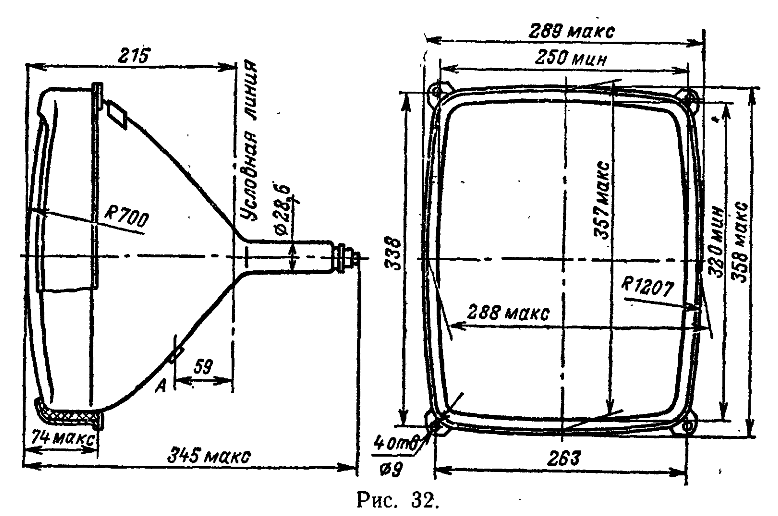


Рис. 32.

Основные параметры

при $U_н = 6{,}3$ В, $U_а = 12$ кВ, $U_{у.э} = 400$ В, $U_{ф.э} = 0 \div 400$ В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —300 В относительно катода), мкА	—	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора —100 В относительно катода), мкА	—	5
Напряжение запирания, В	—80	—30
Напряжение модуляции, В	—	27
Яркость свечения экрана, кд/м²	100	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	—
Контраст	100	—
Долговечность, ч	3000	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	60	—
напряжение модуляции, В		32

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	10 000	14 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—200	700
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	300	500
Напряжение модулятора (постоянное), В	—150	0
Напряжение подогревателя относительно катода, В	—300	125
Наибольшее сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	1,5
Наибольший средний ток анода, мкА	—	150

40ЛК4Ц

Трехпрожекторный, масочный. Предназначен для приемников цветного телевидения.

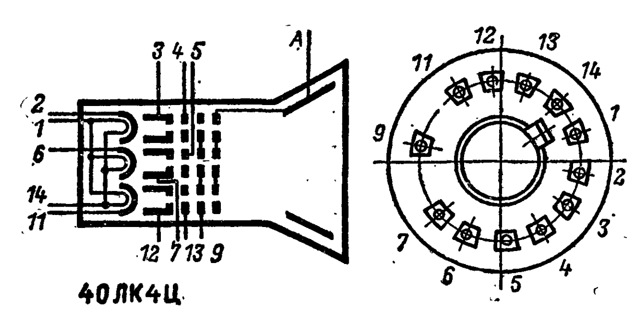


Рис. 33.

Общие данные

Фокусировка лучей — электростатическая.
Отклонение лучей — магнитное.

Угол отклонения лучей — 90°.
Сведение лучей — магнитное.
Экран — мозаичный типа Ц.
Размер изображения на экране — 242×308 мм.
Разрешающая способность в линиях:
в центре в белом по вертикальному клину — не менее 450;
в центре в белом по горизонтальному клину — не менее 400;
на красном, зеленом и синем поле — не менее 375.

Выводы электродов: *1*, *14* — подогреватель; *9* — фокусирующий электрод (первый анод); *А* — анод (второй анод — боковой вывод).

Красный прожектор: *2* — катод; *3* — модулятор; *4* — ускоряющий электрод.

Зеленый прожектор: *5* — ускоряющий электрод; *6* — катод; *7* — модулятор.

Синий прожектор: *11* — катод; *12* — модулятор; *13* — ускоряющий электрод.

Оформление — стеклянное, бесцокольное.
Исполнение — взрывобезопасное.
Масса наибольшая — 8,5 кг.

Основные параметры

при $U_н$=6,3 В, $U_а$=20 кВ, $U_{у.э}$=300 В, $U_{ф.э}$=3,3÷4,1 кВ

Наименование	Не менее	Номинал	Не более
Ток накала, А	0,81	0,9	0,99
Напряжение запирания (для каждого прожектора), В	—132	—	68

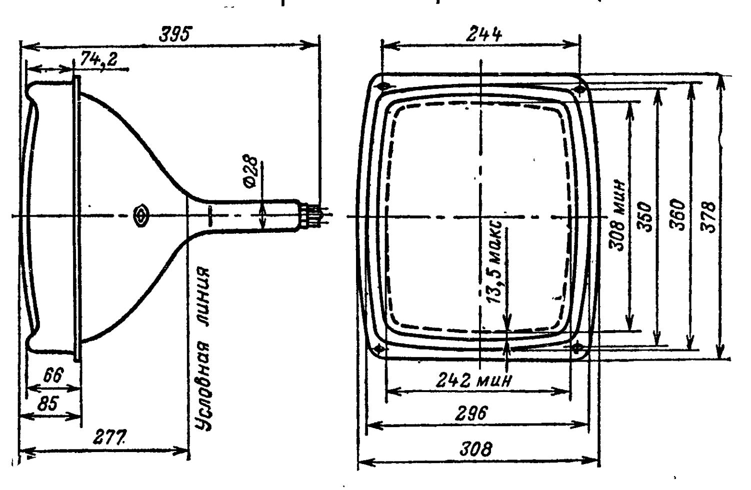


Рис. 34.

Наименование	Не менее	Номинал	Не более
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —200 В относительно катода), мкА	—	—	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении —150 В относительно катода), мкА	—	—	3,5
Яркость экрана в белом цвете, кд/м²	80	—	—
Неравномерность яркости в белом цвете, %	—	—	65
Цветовые координаты основных цветов:			
красного x	0,6	0,64	—
y	—	0,33	0,35
зеленого x	0,26	0,29	0,31
y	0,55	0,6	—
синего x	—	0,15	0,18
y	—	0,06	0,09
Значение γ	2,6	2,8	3,3
Долговечность, ч . . .	1500	—	—
Критерий долговечности:			
яркость в белом цвете, кд/м²	50	—	—

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	17 000	23 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	2500	5000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	60	600
Напряжение модулятора (постоянное), В	—250	—10
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	—200	+200
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	0,75
Наибольший ток анода трех прожекторов, мкА	—	700

[1] В течение 15 с после включения допускается напряжение —450 В.

40ЛК6Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.

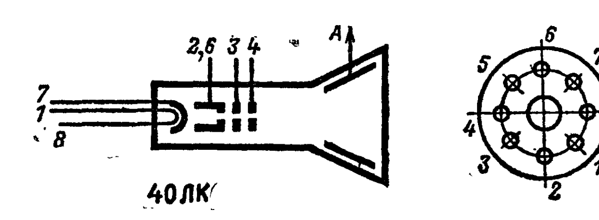


Рис. 35.

Общие данные

Угол отклонения луча — 70°.

Выводы электродов: *1*, *8* — подогреватель; *2*, *6* — модулятор; *3* — ускоряющий электрод; *4* — фокусирующий электрод; *А* — анод (боковой вывод).

Исполнение — взрывобезопасное.

Масса наибольшая — 6 кг.

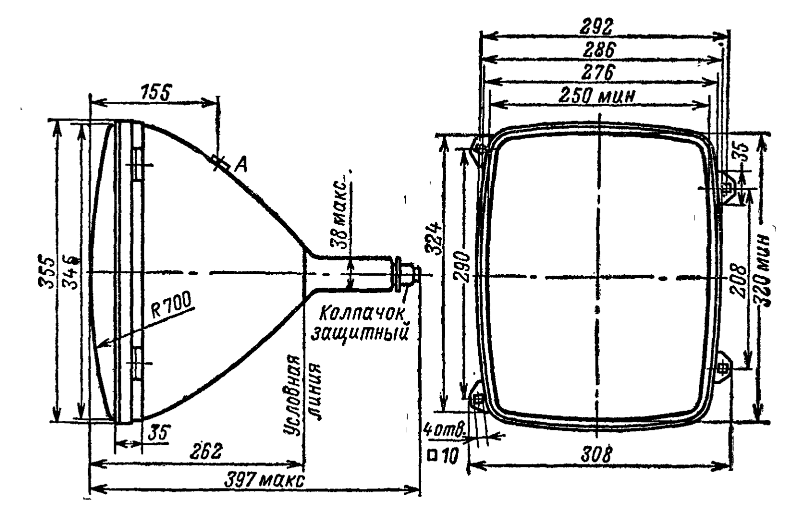


Рис. 36.

Основные параметры

при $U_н = 6{,}3$ В, $U_а = 12$ кВ, $U_{у.э} = 300$ В, $U_{ф.э} = -100 \div 425$ В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —135 В относительно катода), мкА	—	30
Ток утечки между катодом и модуляторов (при напряжении модулятора — 100 В относительно катода), мкА	—	5
Напряжение запирания, В	—90	—30
Напряжение модуляции, В	—	25
Яркость свечения экрана, кд/м²	120	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	—
Контраст крупных деталей	100	—
Долговечность, ч	3000	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	70	—
напряжение модуляции, В	30	—

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	9000	15 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—300	1000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	250	500
Напряжение модулятора (постоянное), В	—125	0
Напряжение подогревателя относительно катода, В	—125	0
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	1

43ЛК11Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.

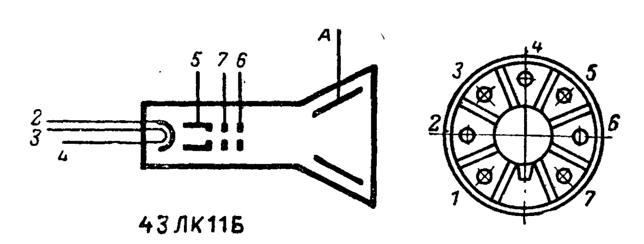


Рис. 37.

Общие данные

Угол отклонения луча — 110°.

Выводы электродов: *2* — катод; *3*, *4* — подогреватель; *5* — модулятор; *6* — фокусирующий электрод; *7* — ускоряющий электрод; *А* — анод (боковой вывод).

Исполнение — взрывобезопасное.

Масса наибольшая — 5,5 кг.

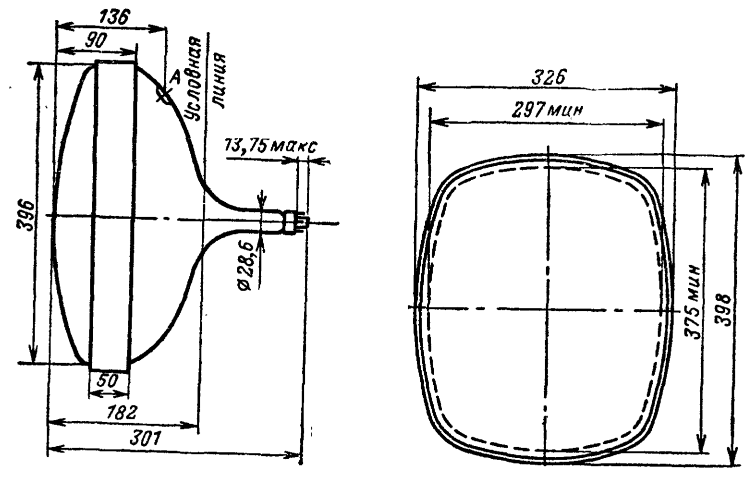


Рис. 38.

Основные параметры

при $U_{н}$=6,3 В, $U_{а}$=14 кВ, $U_{у.э}$=300 В, $U_{ф.э}$=0÷400 В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,54	0,66
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —135 В относительно катода), мкА	—	30
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора —100 В относительно катода), мкА	—	—50
Напряжение запирания, В	—80	—30
Напряжение модуляции, В	—	25
Яркость свечения экрана, кд/м²	100	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	—
Контраст крупных деталей	100	—
Долговечность, ч	3000	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	60	—
напряжение модуляции, В	—	32

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	12 000	16 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—350	1100
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	550
Напряжение модулятора (постоянное), В	—150	0

47ЛК2Б, 47ЛК2Б-К

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.

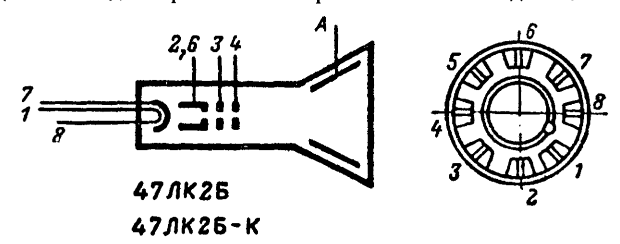


Рис. 39.

Общие данные

Угол отклонения луча — 110°.

Выводы электродов: *1*, *8* — подогреватель; *2*, *6* — модулятор; *3* — ускоряющий электрод; *4* — фокусирующий электрод; *7* — катод; *A* — анод (боковой вывод).

Исполнение — взрывобезопасное.

Масса наибольшая — 8,5 кг.

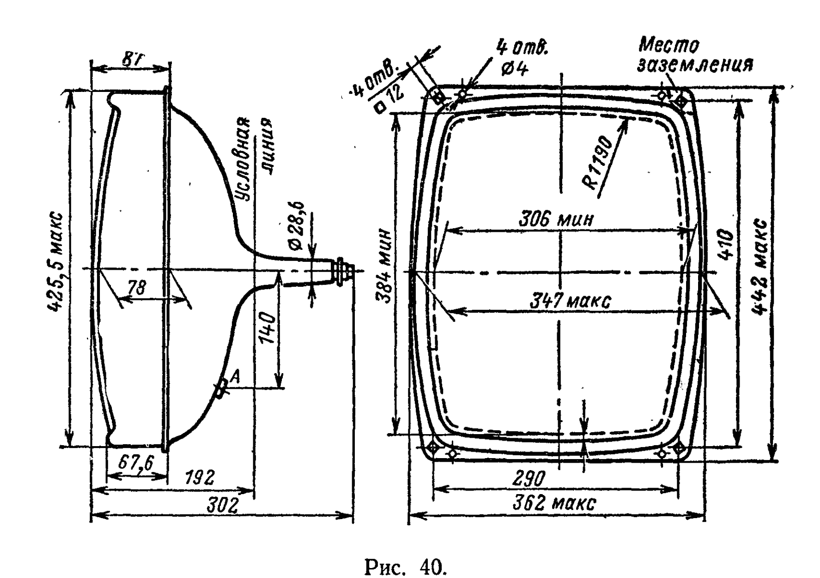


Рис. 40.

Основные параметры
при $U_н$=6,3 В, $U_а$=16 кВ, $U_{у.э}$=400 В, $U_{ф.э}$=0÷400 В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —300 В относительно катода), мкА	—	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора —100 В относительно катода), мкА	—	5
Напряжение запирания, В	—80	—30
Напряжение модуляции, В	—	36
Яркость свечения экрана, кд/м²	120	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	—
Контраст крупных деталей	100	—
Долговечность, ч	3500	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	72	—
напряжение модуляции, В	—	46

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	12 000	18 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—550	1100
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	550
Напряжение модулятора (постоянное), В	—150	0
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	—300	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	1,5

[1] В течение 45 с после включения допускается напряжение до —400 В.

Среднее значение тока анода (катода) при испытательной таблице или шахматном поле не более 350 мкА.

50ЛК1Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.

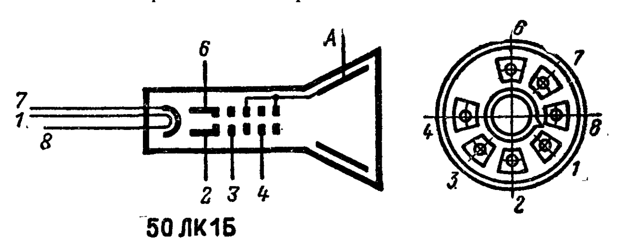


Рис. 41.

Общие данные

Угол отклонения луча — 110°.

Выводы электродов: *1*, *8* — подогреватель; *2*, *6* — модулятор; *3* — ускоряющий электрод; *4* — фокусирующий электрод; *7* — катод; *А* — анод (боковой вывод).

Исполнение — взрывобезопасное.

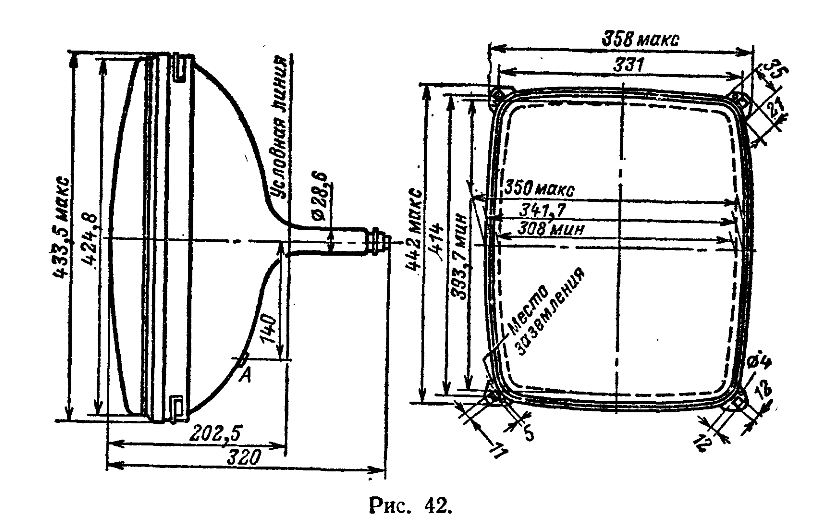


Рис. 42.

Основные параметры

при $U_н$=6,3 В, $U_а$=16 кВ, $U_{у.э}$=400 В, $U_{ф\,э}$=0÷400 В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —300 В относительно катода), мкА	—	50
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении модулятора —100 В относительно катода), мкА	—	5
Напряжение запирания, В	—80	—30
Напряжение модуляции, В	—	32
Яркость свечения экрана, кд/м²	110	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	—
Контраст крупных деталей	140	—
Долговечность, ч	3000	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	60	—
напряжение модуляции, В	—	41

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	12 000	20 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—550	1100
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	550
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	—300	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	1,5

[1] В течение 45 с после включения допускается напряжение до —400 В.
Среднее значение тока анода (катода) при испытательной таблице или шахматном поле не более 350 мкА.

59ЛК2Б, 59ЛК2Б-К

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.

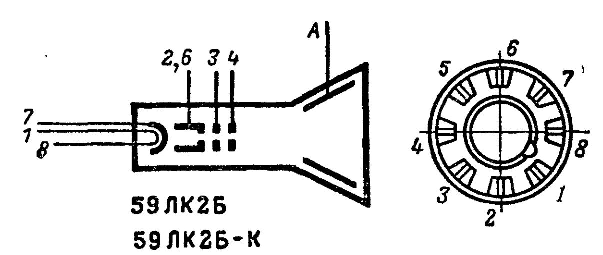


Рис. 43.

Общие данные

Угол отклонения луча — 110°.
Выводы электродов: *1*, *8* — подогреватель; *2*, *6* — модулятор; *3* — ускоряющий электрод; *4* — фокусирующий электрод; *7* — катод; *А* — анод (боковой вывод).
Исполнение — взрывобезопасное.
Масса наибольшая — 16 кг.

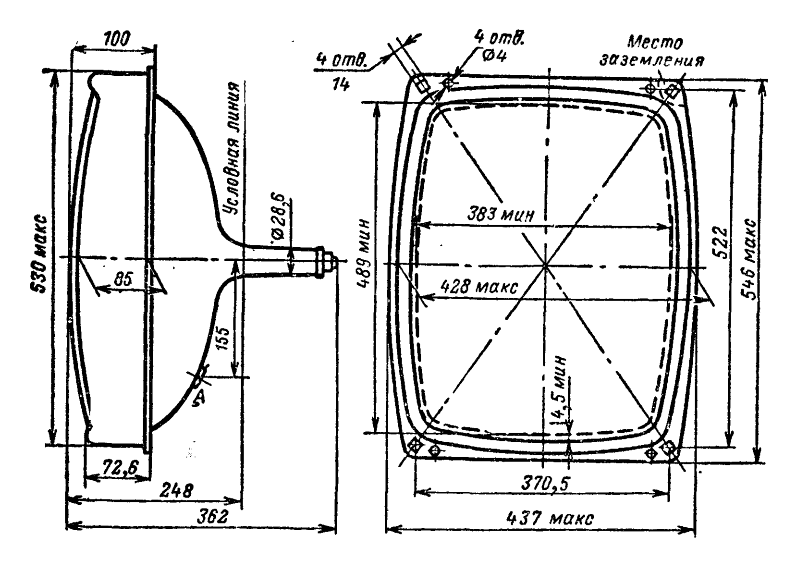


Рис. 44.

Основные параметры

при $U_н$=6,3 В, $U_а$=16 кВ, $U_{у.э}$=400 В, $U_{ф.э}$=0÷400 В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —300 В относительно катода), В	—	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора —100 В относительно катода), мкА	—	5
Напряжение запирания, В	—80	—30
Напряжение модуляции, В	—	44
Яркость свечения экрана, кд/м²	120	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	—
Контраст крупных деталей	150	—
Долговечность, ч	3000	
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	70	—
напряжение модуляции, В	—	55

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	14 000	18 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—550	1100
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	550
Напряжение модулятора (постоянное), В	—150	0
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	—300	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	1,5

[1] В течение 45 с после включения допускается напряжение до —400 В.
Среднее значение тока анода (катода) при испытательной таблице или шахматном поле не более 350 мкА.

59ЛК3Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.

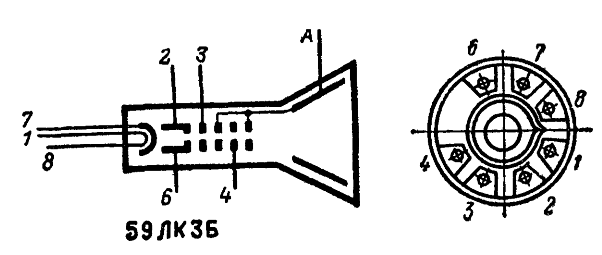


Рис. 45.

Общие данные

Угол отклонения луча — 110°.

Выводы электродов: *1*, *8* — подогреватель; *2*, *6* — модулятор; *3* — ускоряющий электрод; *4* — фокусирующий электрод; *7* — катод; *A* — анод (боковой вывод).

Исполнение — взрывобезопасное.

Масса наибольшая — 15 кг.

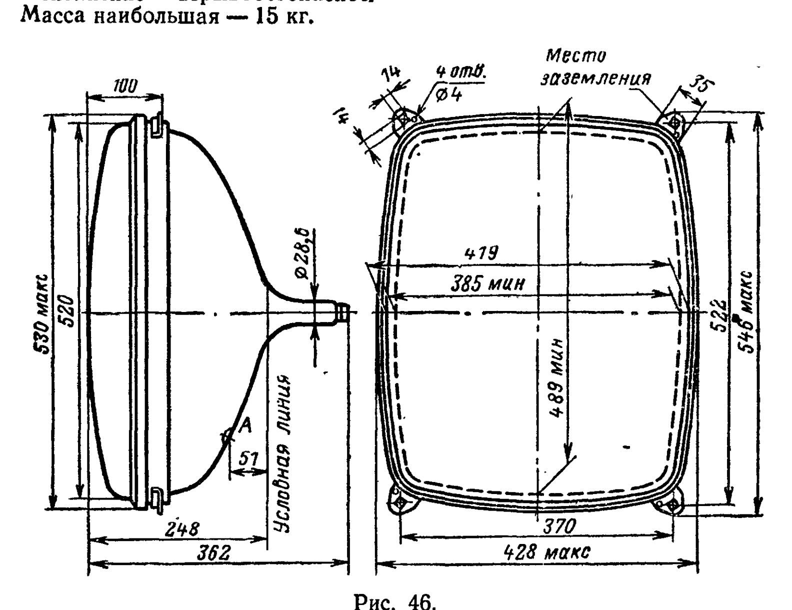


Рис. 46.

Основные параметры

при $U_н$=6,3 В, $U_а$=16 кВ, $U_{у.э}$=400 В, $U_{ф.э}$=0÷400 В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —300 В относительно катода), мкА	—	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора —100 В относительно катода), мкА	—	5
Напряжение запирания, В	—80	—30

Продолжение

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение модуляции, В	—	44
Яркость свечения экрана, кд/м²	120	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	—
Контраст	100	—
Долговечность, ч	2500	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	70	—
напряжение модуляции, В	—	55
Масса, кг	—	15

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	14 000	18 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—550	1100
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	220	550
Напряжение подогревателя относительно катода, В	—300	+125
Напряжение модулятора (постоянное), В	—150	0
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	1,5

Среднее значение тока анода (катода) при испытательной таблице или шахматном поле не более 350 мкА.

59ЛК3Ц

Трехпрожекторный, масочный. Предназначен для приемников цветного телевидения.

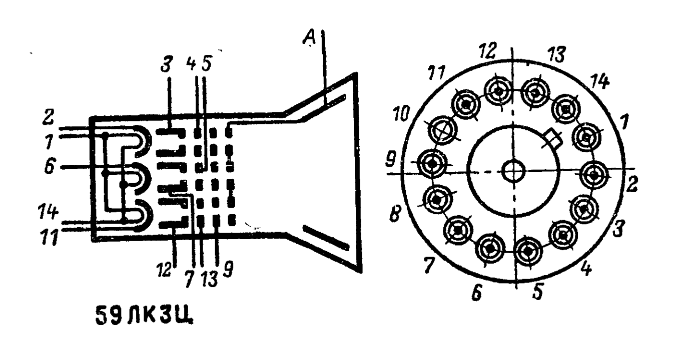


Рис. 47.

Общие данные

Фокусировка луча — электростатическая.
Отклонение лучей — магнитное.
Угол отклонения лучей — 90°.
Сведение лучей — магнитное.
Экран — мозаичный типа Ц.
Размер изображения на экране — 380×480 мм.
Разрешающая способность в линиях:

в центре в белом по вертикальному клину — не менее 600;
в центре в белом по горизонтальному клину — не менее 500;
по углам на красном, зеленом и синем поле — не менее 450.

Выводы электродов: *1*, *14* — подогреватель; *9* — фокусирующий электрод (первый анод); *А* — анод (второй анод — боковой вывод).

Красный прожектор: *2* — катод; *3* — модулятор; *4* — ускоряющий электрод.

Зеленый прожектор: *5* — ускоряющий электрод; *6* — катод; *7* — модулятор.

Синий прожектор: *11* — катод; *12* — модулятор; *13* — ускоряющий электрод.

Оформление — стеклянное, бесцокольное.
Исполнение — взрывобезопасное.
Масса наибольшая — 18 кг.

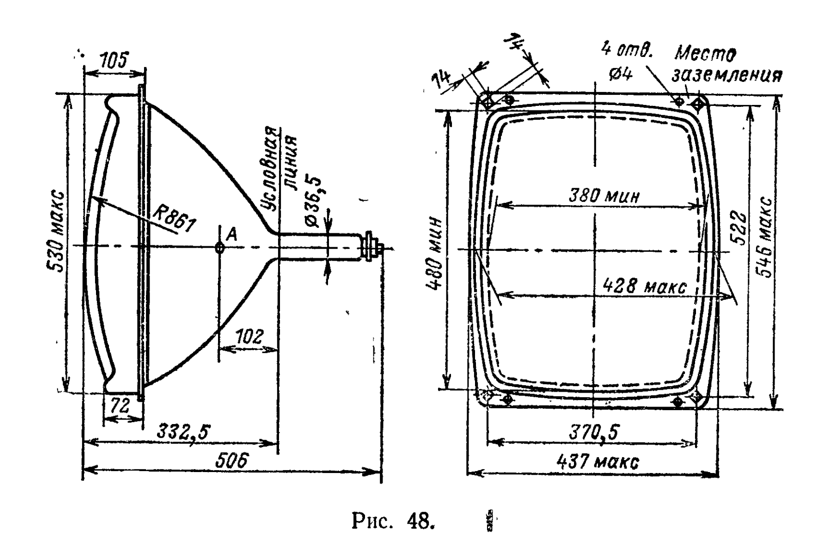


Рис. 48.

Основные параметры

при $U_н$=6,3 В, $U_а$=25 кВ, $U_{у.э}$=400 В, $U_{ф.э}$=4,7÷5,5 кВ

Наименование	Не менее	Номинал	Не более
Ток накала, А	0,81	0,9	0,99
Напряжение запирания (для каждого прожектора), В	—190	—	—100
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —200 В относительно катода), мкА	—	—	110
Ток утечки между катодом и модулятором, мкА	—	—	5
Яркость экрана в белом цвете, кд/м²	110	—	—
Неравномерность яркости в белом цвете, %	—	—	65

Наименование	Не менее	Номинал	Не более
Цветовые координаты основных цветов:			
красного x	0,61	0,64	—
красного y	—	0,33	0,35
зеленого x	0,26	0,29	0,31
зеленого y	0,57	0,6	—
синего x	—	0,15	0,18
синего y	—	0,06	0,09
Значение γ (сеточная модуляции)	2,6	2,8	3,3
Долговечность, ч . . .	3000	—	—
Критерий долговечности: яркость в белом цвете, кд/м^2 . . .	77	—	—

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,3
Напряжение анода (постоянное), В	20 000	27 500
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	3000	6000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	1000
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	—200	+200
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	0,75
Наибольший ток анода трех прожекторов, мкА	—	1000

[1] В течение 15 с после включения допускается напряжение —450 В.

61ЛК1Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.

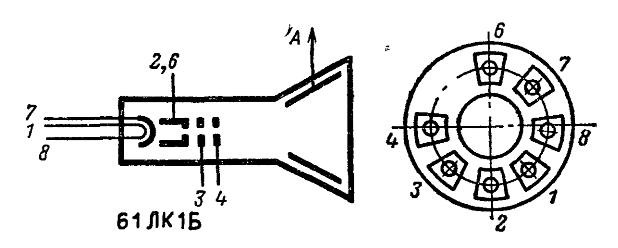


Рис. 49.

Общие данные

Угол отклонения луча — 110°.
Выводы электродов: *1*, *8* — подогреватель; *7* — катод; *2*, *6* — модулятор; *3* — ускоряющий электрод; *4* — фокусирующий электрод; *А* — анод (боковой вывод).
Исполнение — взрывобезопасное.
Масса наибольшая — 14,5 кг.

Рис. 50.

Основные параметры
при $U_н$=6,3 В, $U_а$=18 кВ, $U_{у.э}$=400 В, $U_{ф.э}$=0÷400 В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —300 В относительно катода), мкА	—	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора —100 В относительно катода), мкА	—	5
Напряжение запирания, В	—77	—40
Напряжение модуляции, В	—	44
Яркость свечения экрана, кд/м²	150	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	—
Контраст крупных деталей	150	—
Долговечность, ч	3000	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	90	—
напряжение модуляции, В	—	55

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода[1] (постоянное), В	14 000	20 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—500	1000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	350	700
Напряжение модулятора, В	0	—150
Напряжение подогревателя относительно катода[2], В	—300	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	1,5
Средний ток анода, мкА	—	350

[1] При токе катода, равном нулю, допускается напряжение анода до 22 000 В.
[2] В течение 45 с после включения допускается напряжение до —400 В.

65ЛК1Б, 65ЛК1Б-Ш

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.

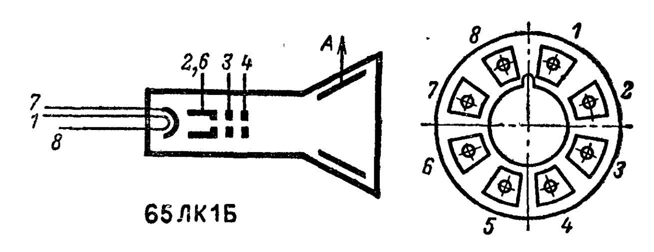


Рис. 51.

Общие данные

Угол отклонения луча — 110°.
Выводы электродов: *1*, *8* — подогреватель; *2*, *6* — модулятор; *3* — ускоряющий электрод; *4* — фокусирующий электрод; *7* — катод; *A* — анод (боковой вывод).
Исполнение — взрывобезопасное.
Масса наибольшая — 17 кг.

Рис. 52.

Основные параметры

при $U_н$=6,3 В, $U_а$=20 кВ, $U_{у.э}$=400 В, $U_{ф.э}$=400 В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —300 В относительно катода), мкА	—	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора —150 В относительно катода), мкА	—	5
Напряжение запирания, В	—90	—40
Напряжение модуляции, В	—	55
Яркость свечения экрана, кд/м² . .	100	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	—
Контраст	150	—
Долговечность, ч	3000	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	60	—
напряжение модуляции, В . .	—	55

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	17 000	23 000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	550
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—550	1100
Напряжение модулятора (постоянное), В	—150	0
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	—300	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	1,5
Средний ток анода (катода), мкА .	—	350

[1] В течение 45 с после включения допускается напряжение до —400 В.

67ЛК1Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.

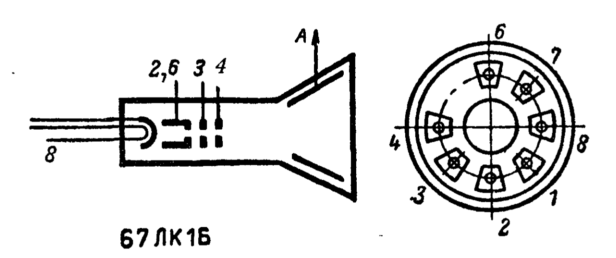


Рис. 53.

Общие данные

Угол отклонения луча — 110°.

Выводы электродов: *1*, *8* — подогреватель; *2*, *6* — модулятор; *3* — управляющий электрод; *4* — фокусирующий электрод; *7* — катод; *А* — анод (боковой вывод).

Исполнение — взрывобезопасное.

Масса наибольшая — 19 кг.

Рис. 54.

Основные параметры

при $U_н$=6,3 В, $U_а$=20 кВ, $U_{у.э}$=400 В, $U_{ф.э}$=0÷400 В

Наименование	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя —300 В относительно катода), мкА	—	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении —100 В относительно катода), мкА	—	5
Напряжение запирания, В	—90	—40
Напряжение модуляции, В	—	48
Яркость свечения экрана, кд/м²	150	—
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	—
Контраст крупных деталей	150	—
Долговечность, ч	3000	—
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	85	—
напряжение модуляции, В	—	55

Предельные эксплуатационные данные

Наименование	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	—550	1000
Напряжение анода (постоянное), В	17 000	23 000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	550
Напряжение модулятора (постоянное), В	—150	0
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	—300	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	—	1,5

[1] В течение 45 с после включения допускается напряжение до —400 В.

Среднее значение тока анода (катода) при испытательной таблице или шахматном поле не более 350 мкА.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3
Устройство и параметры кинескопов . . . 4
Общие сведения 4
Электронно-оптическая система . . . 5
Экран кинескопа 9
Взрывозащита кинескопа 13
Кинескопы цветного телевидения 14
Маска и экран цветного кинескопа . 14
Электронно-оптическая система . . . 16
Органы магнитного управления . . . 17
Сигнал яркости 21
Эксплуатация кинескопов 22
Долговечность и надежность 22
Влияние режимов эксплуатации на работоспособность кинескопов 24
Справочные данные кинескопов 28